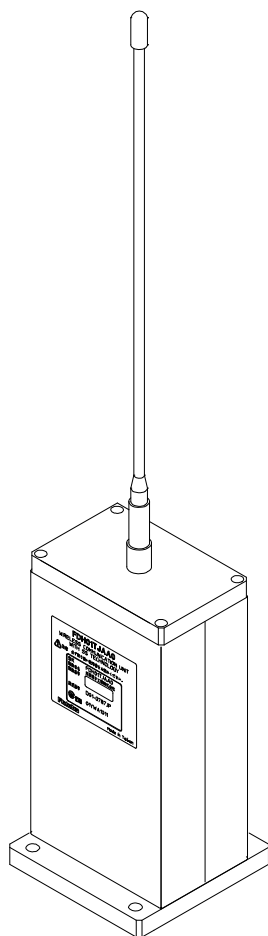
取扱説明書

長距離通信用特定小電力無線モデム

ＦＤＨ０１ＴＪＡＡ０

ＦＤＨ０１ＴＪＡＡ０をお買い上げ頂き
ありがとうございます。

注意

・本製品をご使用になる前に、必ずこの取扱説明書をよくお読みください。特に、設置、取り扱い、および操作説明などにおける指示・警告事項（ ⚠ のついている説明事項）は安全上の重要な項目です。お読みの上、正しくお使いください。

・お読みになったあとは、いつでもみられる所に必ず保管してください。

・本製品を譲渡するときには、必ず本製品にこの取扱説明書を添付して次の所有者に渡してください。

・本製品は、日本国内の法規に基づいて製造されていますので、日本国内のみで使用してください。

・お客様が、本製品を分解して修理・改造すると電波法に基づいた処罰を受けることがありますので絶対に行わないでください。

・本製品は技術基準適合証明・技術的条件適合認定を受けた無線設備ですので、証明・認定ラベルは絶対にはがさないでください。

本取扱説明書はファームウエアバージョン２．００以降に対応しています。

警告表示の用語と説明

この取扱説明書では、誤った取り扱いによる事故を未然に防ぐために以下の表示をしています。表示の意味は次の通りです。

 警告　この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が傷害を負ったり、物的損害の発生が想定される内容が記載されています。

 注意　お使いになる上での注意や制限などです。誤った操作をしないために、必ずお読みください。

警告

１．本製品を搭載する機器の安全対策を十分行ってください。
電波の性質上､到達範囲内であってもノイズやマルチパスフェージングなどにより通信不能に陥る場合が考えられます。これらを十分考慮の上でご使用ください。

２．本製品を保管・設置する場合は水、油、薬品、くもなどの生物、異物（特に金属片）が侵入しないようにしてください。
本製品内に異物などが侵入した場合、機器の誤動作や破損の原因となります。

３．本製品を腐食性ガス雰囲気で保管・設置しないでください。
腐食性ガス雰囲気では破損や誤動作の原因になります。

４．本製品を原子力施設など放射線被爆する環境に保管・設置しないでください。
放射線を被爆すると破損や誤動作の原因になります。

５．本製品を船舶・港湾設備など、塩害を受ける環境に保管・設置しないでください。
塩害を受けると破損や誤動作の原因になります。

６．本製品の電源線の配線時は接続する機器の電源を切ってから、配線作業を行ってください。
破損および感電の原因となります。

７．誤配線のないように注意してください。
機器の破損や誤動作の原因となります。

８．入力電源電圧は指定範囲（ＤＣ９．０Ｖ～１５．０Ｖ）内で供給してください。
機器の破損や誤動作の原因となります。

９．本製品を用いて移動体や可動機器を制御する場合は機器周辺の安全確認を行ってから電源を入れてください。
けがや物的損害の原因となります。

１０．　本書で指示する安全な操作法および警告に従わない場合､または仕様ならびに設置条件等を無視した場合には動作および危険性を予見できず、安全性を保証することができません｡本書の指示に反することは絶対に行わないでください。

１１．　本製品を廃棄するときは、産業廃棄物として処理してください。

注意

1．この取扱説明書の内容については、万全を期しておりますが、万一ご不審な点や誤りなどお気付きの事柄がありましたら、当社窓口にご一報くださいますようお願いいたします。

2．本製品を医療機器や航空機、武器や化学兵器等には使用しないでください。医療機器や航空機の近くで使用される場合は、それらの機器に妨害を与えないように配慮してください。

3．当社指定以外の部品を使用した場合には、動作不良および予見不可能な事態を引き起こす恐れがあります。予備部品は必ず当社指定の部品をお使いください。

4．保証期間内に修理依頼される時は、保証書を必ず添付してください。添付されないと保証書に記載されている保証が受けられなくなります。保証内容については、保証書を参照してください。

5．本製品は日本国内の法規に基づいて製造されていますので、日本国内でのみ使用してください。

6．本書の内容の一部または全部を、コピー、印刷あるいは電算機可読型式など如何なる方法においても無断で転載することは著作権法により禁止されています。

7．運用した結果については１項にかかわらず責任を負いかねますので、ご了承ください。

目　次

1. 製品概要 2
1.1 概要 2
1.2 特長 2
1.3 外観 3
2. コネクタ 4
2.1 ＲＳ－２３２Ｃコネクタ 4
2.2 入出力コネクタ 5
2.3 電源コネクタ 6
3. 設置方法 7
3.1 無線モデム本体の取りつけ 7
3.2 電源の接続 7
3.3 ＲＳ－２３２Ｃケーブルの接続 8
3.4 ターミナルソフト 8
3.5 電波環境の確認 9
3.6 設置および取扱いの注意点 10
4. 周波数グループ 12
4.1 周波数の割り当て 12
4.2 グループ運用 12
4.3 分割方法 13
5. プロトコル 14
5.1 パケット通信 14
5.2 通信プロトコルの概要 14
5.3 データ透過モード 15
5.4 パケット送信モード 19
5.5 ヘッダレスストリームモード 23
5.6 リピータ 25
5.7 信号線の透過 27
5.8 通信に関する注意事項 28
6. コマンド 30
6.1 コマンド一覧 30
6.2 コマンドの使用方法 30
6.3 コマンドの有効範囲 31
6.4 コマンド使用上の注意 31
6.5 コマンドの詳細 31
7. メモリレジスタ 40
7.1 メモリレジスタ一覧 40
7.2 メモリレジスタの詳細 41
8. 一般仕様 49
8.1 無線部 49
8.2 通信制御 49
8.3 外部インターフェース 49
8.4 電源 49
8.5 環境特性 50
8.6 その他 50
9. 外観図 51

1. 製品概要

1.1 概要

ＦＤＨ０１ＴＪ（以下、本無線モデムと呼びます）はＡＲＩＢ標準規格　ＲＣＲ　ＳＴＤ－６７に準拠したデータ通信用４２９ＭＨｚ帯特定小電力無線局の無線設備です。
本無線モデムは送信回路と受信回路の両方を備え、通信制御のためのＣＰＵを持ち、簡単なコマンドにより双方向のパケット通信を行なうことができます。

1.2 特長

本無線モデムは故障通報装置やテレメータ装置をターゲットとして屋外で長距離通信を実現するために設計されており、次のような特長があります。

◆無線局の免許や資格が不要
ＡＲＩＢ　ＳＴＤ－Ｔ６７に準拠した無線設備なので免許や資格が不要です。

◆公衆回線に接続可能
ＪＡＴＥの技術基準適合認定を受けた端末機器なので公衆回線に接続できます。

◆サービスエリア

見とおしの良い環境（海岸など）	３０００m以上（６０００m　弊社が確認した参考値）
郊外（田園地帯など）	１２００m以上（２５００m　同上）
山間部（ただし、山を越さない）	５００m以上（１０００m　同上）

以上は全てアンテナ高さ２mの値です。サービスエリアはアンテナ高さや周囲の環境により異なります。

◆スペクトラム拡散技術（ＳＳ技術）
２．４ＧＨｚ帯で養われた技術を４２９ＭＨｚ帯に応用して、きわめて高感度になっています。

◆高い妨害波排除能力
回路構成の最適化や使用部品の厳選によりきわめて高い妨害波排除能力を持っています。

◆１／２λ垂直ホイップアンテナ
打ち上げ角度の低い１／２λ垂直ホイップアンテナを採用。長距離通信に適します。

◆３つの通信プロトコル
通信プロトコルは、データの透過性が高いデータ透過モード、１対Ｎ通信に適したパケット送信モード、パケット送信モードと互換性を持ちながら無手順で通信ができるヘッダレスストリームモードの３つの通信プロトコルを持ちます。状況に応じて最適なプロトコルが選択できます。

◆２段中継のリピータ
パケット送信モードとヘッダレスストリームモードではリピータ機能が使用できます。２段まで中継できますので更なる長距離通信に対応することができます。

◆周波数チャンネルは４０チャンネル
４０チャンネルを単独で使用することも、グループ化して使用することもできます。周波数をグループ化して使用すると、混信妨害に強くなります。

◆外部インターフェースはＲＳ－２３２Ｃ準拠
外部インターフェースはパソコンやＰＬＣと直接接続できるＲＳ－２３２Ｃを採用しています。
ボーレートは３００～１９２００ｂｐｓです。

1.3 外観

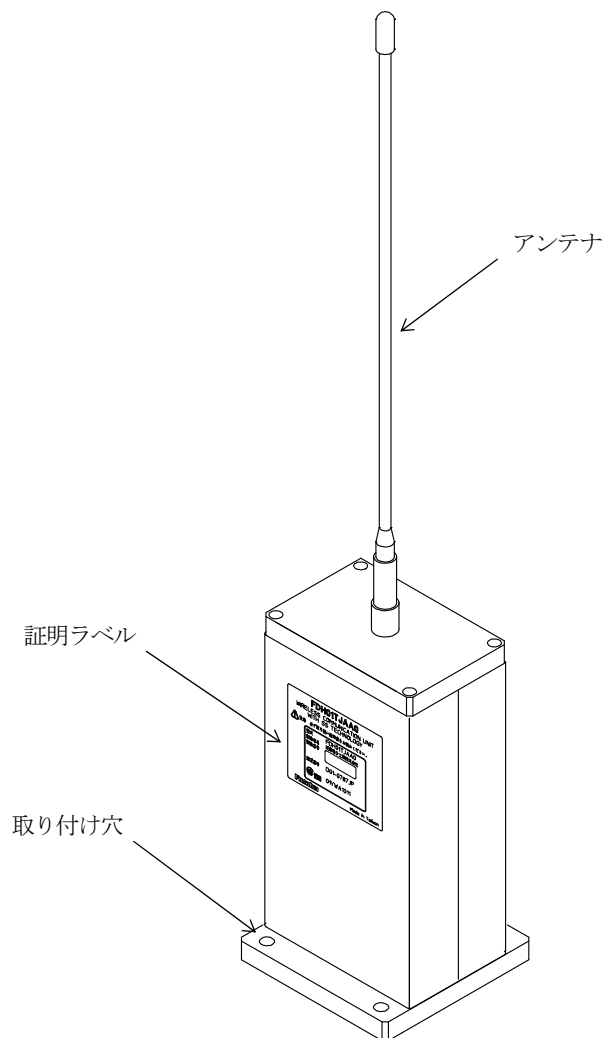



図１：外観

底面から見た図を示します。

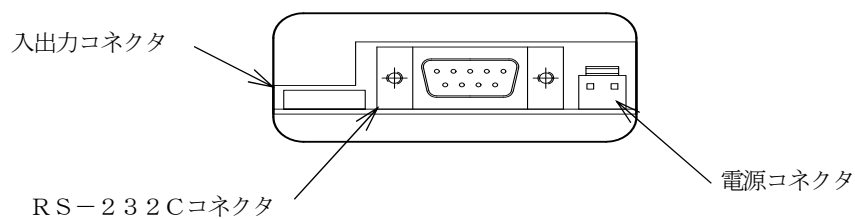



図２：コネクタ

2. コネクタ

2.1 ＲＳ－２３２Ｃコネクタ

本無線モデムの外部インターフェースはＲＳ－２３２Ｃ　ＤＣＥ（Data Communication Equipment）仕様です。コネクタ形状はＤサブ９ピンオスコネクタです。

表１：ＲＳ－２３２Ｃのピン配列

ピン番号	項目	略号	入出力	機能概要
1	キャリア検出	ＤＣＤ（ＣＤ）	出力	常時ＯＮ
2	受信データ	ＲｘＤ（ＲＤ）	出力	受信データ出力
3	送信データ	ＴｘＤ（ＳＤ）	入力	送信データ入力
4	端末レディ	ＤＴＲ（ＥＲ）	入力	ＤＴＲ入力
5	信号用接地	ＧＮＤ（ＳＧ）	－	信号用グラウンド　（注１）
6	モデムレディ	ＤＳＲ（ＤＲ）	出力	通信相手のＤＴＲを透過
7	受信要求	ＲＴＳ（ＲＳ）	入力	受信停止要求／受信再開要求
8	送信要求	ＣＴＳ（ＣＳ）	出力	送信停止要求／送信再開要求
9	キャリア検出	ＤＣＤ（ＣＤ）	入力	本無線モデムでは使用しません

注１：フレームグラウンドと内部で接続されています。
　２：使用しない入力ピンは内部でプルダウンされています。

表２：電気的仕様

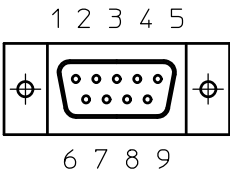
マーク	ＯＦＦ	1	－１０Ｖ
スペース	ＯＮ	0	＋１０Ｖ

・ロックネジはＩＳＯネジです。
・コネクタはＤサブ９ピンオスタイプです。

図３：ピン配置図

2.2　入出力コネクタ

本無線モデムはお客様が防水ケースに入れて使用することを前提としているため、本体に表示器を持ちませんが、外部に表示器を持たせるための信号を出力します。
また、外部から本無線モデムをリセットできる端子も用意しています。

2.2.1　コネクタ仕様

・使用しているコネクタは１．５mmピッチ　８ピンコネクタです。
（航空電子：ＩＬ－Ｙ－８Ｐ－Ｓ１５Ｌ２－ＥＦ）
・ピンコネクションを以下に示します。

8 7 6 5 4 3 2 1

１～３：使用しないでください
本無線モデムが破損する恐れがあります。
４：デフォルトモード入力
５：リセット入力
６：ＣＯ出力（オープンコレクタ）
７：ＰＷ出力（オープンコレクタ）
８：出力グランド（共通エミッタ）

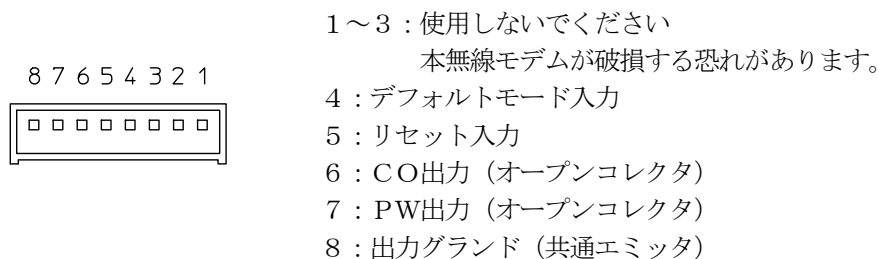



図４：入出力コネクタ

・内部回路を以下に示します。

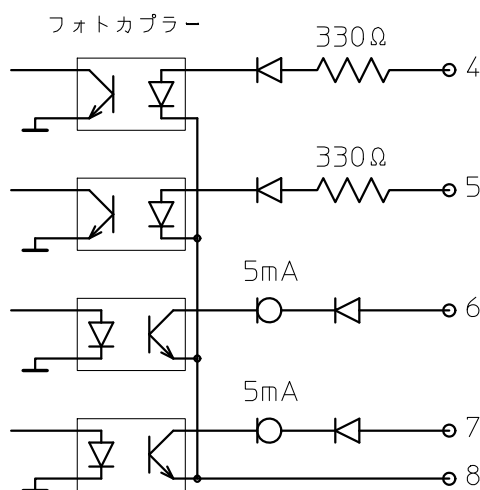



図５：内部回路

警告　ピン番号１～３は使用しないでください。使用すると本無線モデムが破損する場合があります。

2.2.2 機能仕様

(1) デフォルトモード入力は、この電位をＨｉの状態で電源を投入すると、メモリレジスタの設定にかかわらずデフォルトの設定（工場出荷の状態）で動作を開始します。設定が分からなくて、通信ができない場合などに使用します。ただし、この機能はメモリレジスタの設定を初期化するわけではありません。
電源投入から１２０ｍｓ以上の間、Ｈｉにしてください。
(2) リセット入力は、電位がＨｉで本無線モデムがリセットされます。
Ｈｉにする時間は２μｓ以上としてください。
(3) ＣＯ出力は次の条件で電位がＬｏになります。
パケット送信モードおよびヘッダレスストリームモードでは、無線送信中は電位がＬｏになります。
データ透過モードでは、無線回線が接続したときに電位がＬｏになります。
(4) ＰＷ出力は電源が投入されているときに電位がＬｏになります。

2.2.3 電源仕様

(1) ＣＯ出力およびＰＷ出力は５Ｖ～１５Ｖ、５ｍＡの吸い込み制御です。
(2) デフォルトモード入力およびリセット入力は５Ｖのとき約１２ｍＡ流れます。５Ｖ以上かけるときは制限抵抗を入れて１２ｍＡ以下になるようにしてください。

2.3 電源コネクタ

使用しているコネクタは４ｍｍピッチ　２ピンコネクタです。
（日本圧着端子販売（ＪＳＴ）：Ｓ　２Ｐ－ＶＨ）

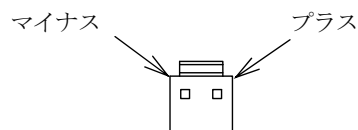



図６：電源コネクタの極性

3. 設置方法

3.1 無線モデム本体の取りつけ

無線モデム本体の取りつけはフランジ部の４個の取りつけ穴を使用します。

この取りつけ穴はアース端子を兼ねることができますが、その場合は表面のアルマイト処理を破って導通が取れるように、菊座金を使用してください。

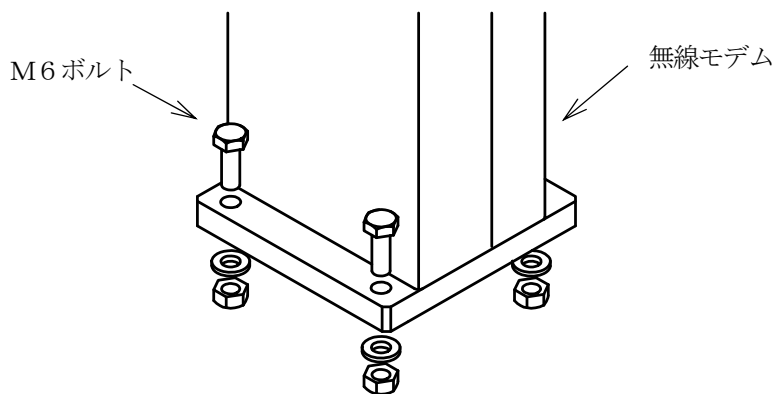



図 7 : 無線モデム本体の取りつけ

3.2 電源の接続

電源はＤＣ電源専用です。付属の専用ＤＣケーブルで接続します。

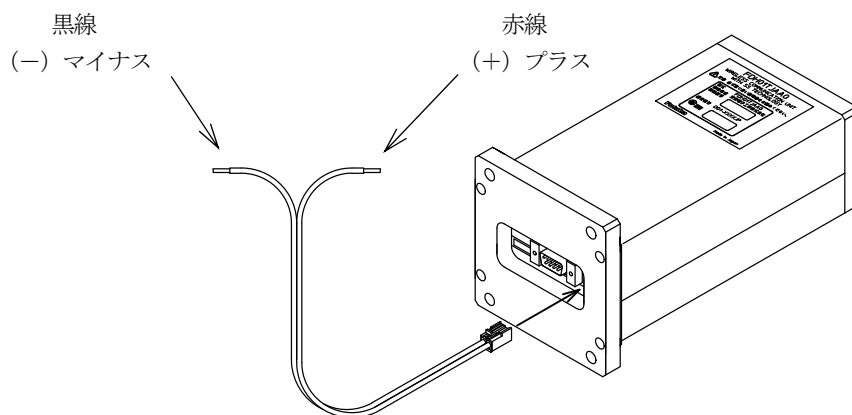



図 8 : 電源の接続

警告

- 電源の配線は本無線モデムおよび接続する機器の電源スイッチを切ってから作業を行ってください。故障および感電の原因となります。
- 入力電源電圧は指定範囲（９Ｖ～１５Ｖ）内で供給してください。指定範囲外の電圧で使用すると機器の故障や誤動作の原因となります。
- 電源は十分容量のあるものを使用してください。容量が不足すると誤動作の原因になります。

3.3 ＲＳ－２３２Ｃケーブルの接続

接続する機器（ＰＣやＰＬＣなど）のＲＳ－２３２Ｃコネクタと無線モデムのＲＳ－２３２ＣコネクタをＲＳ－２３２Ｃケーブルで接続してください。このとき、接続する機器がＤＴＥ仕様の時はストレートケーブルを使用し、ＤＣＥ仕様の時はクロスケーブルを使用します。接続する機器がＤＴＥ仕様かＤＣＥ仕様かはその機器の取扱説明書を参照してください。

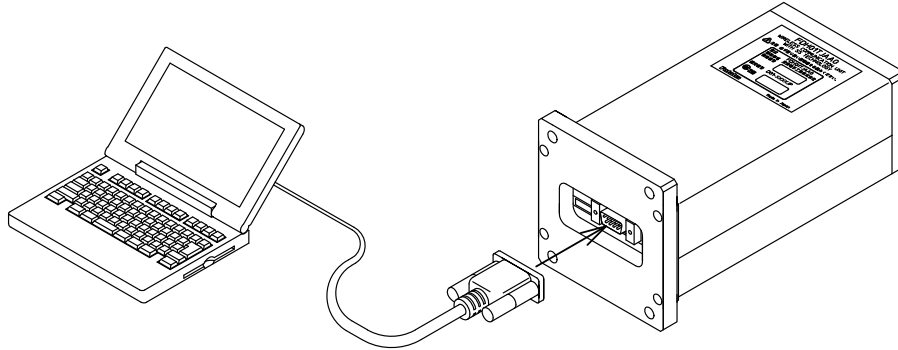



図９：ＲＳ－２３２Ｃケーブルの接続

 注意

・接続する機器（ＰＣやＰＬＣなど）の取り扱い説明書もあわせてお読みください。
・ケーブルはしっかりとコネクタにさしてネジで固定してください。なお、本無線モデムのコネクタのネジはＩＳＯネジです。
・ケーブルによっては制御線（ＲＴＳ／ＣＴＳなど）が接続されていない場合がありますのでご注意ください。

警告

・接続する機器によっては、信号線グラウンドとフレームグラウンドの間に電圧がかっている場合があります。このような場合、本無線モデムのフレームグラウンドは接続する機器のフレームグラウンドと接続しないでください。サージ電流により本無線モデムが破損する場合があります。
・接続が完了するまで本無線モデム及び接続する機器の電源は入れないでください。電源を入れたまま作業をすると予測不可能な動作をし、機器が破損したりけがをするおそれがあります。

3.4 ターミナルソフト

本無線モデムのメモリレジスタを設定したり、通信の確認を行なうためにはターミナルソフトが必要です。使いなれたターミナルソフトをお持ちの場合はそれを使用して頂いて結構ですが、もしお持ちでない場合は弊社ホームページから専用のターミナルソフトをダウンロードすることが出来ます。

ターミナルソフトの通信条件は次のように設定してください。なお、この条件は本無線モデムの初期状態に対応していますので、必要に応じて変更してください。

ボーレート	：９６００ｂｐｓ	フロー制御	：ハードウエアフロー
データ長	：８ビット	送信ＣＲ	：ＣＲ／ＬＦに変換
ストップビット	：１ビット	ローカルエコー	：あり
パリティ	：なし		

3.5 電波環境の確認

無線モデムを設置する前に安定した通信が可能かどうか確認することが重要です。弊社では電波環境の観測ツールとして簡易スペクトルアナライザーと通信品質測定コマンドＴＳ２を用意しています。

3.5.1 簡易スペクトルアナライザーによる電波環境確認

簡易スペクトルアナライザーは本無線モデムを受信機として使用し、周波数を切換えながら受信強度をパソコンの画面に表示するソフトウエアです。これを使用することで設置環境のノイズや他の無線設備などの妨害電波を観察できます。妨害波の存在がわかれば、その周波数と共存するためのチャンネルプランを考えることができます。

簡易スペクトルアナライザーソフトは弊社ホームページからダウンロードすることができます。

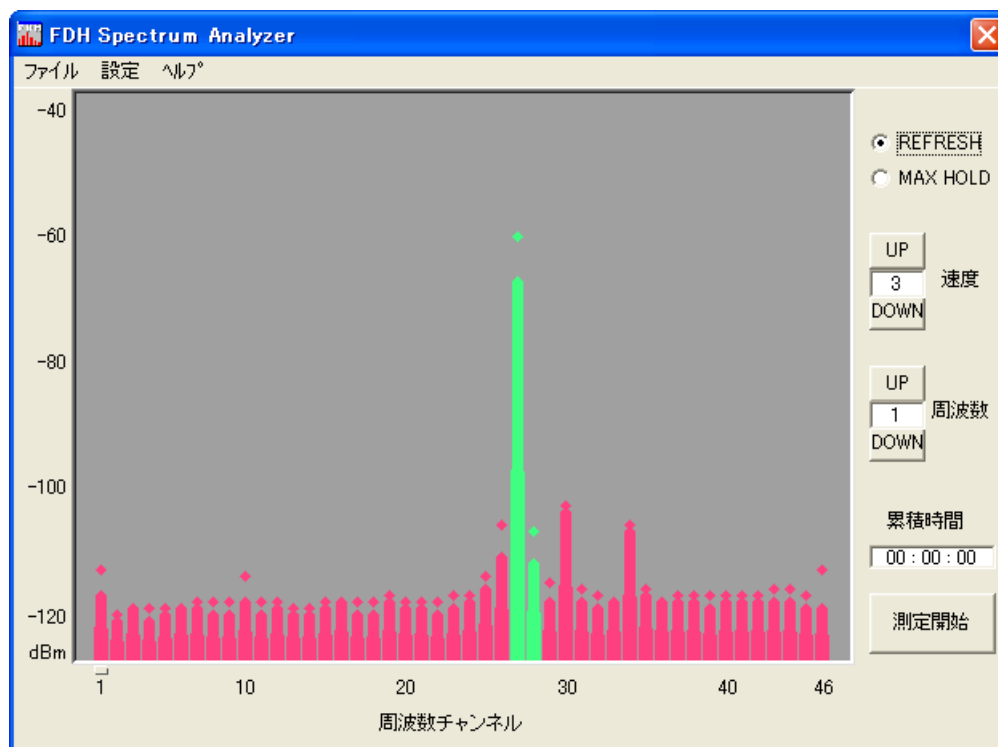



図 10 : 簡易スペクトルアナライザーによる観察例

3.5.2　ＴＳ２コマンドによる通信回線のテスト

本無線モデムは通信品質測定機能（ＴＳ２コマンド）を内蔵しており、２台の無線モデムと１台のパソコンがあれば通信品質を測定することができます。

ＴＳ２コマンドの実行は、ターミナルソフトから以下のようにコマンドを入力するだけです。

@ＴＳ２(Enter)

宛先を指定する場合は以下のようにコマンドを入力します。

@ＴＳ２：ｘｘｘ(Enter)　　（ｘｘｘは宛先アドレス）

通信相手となるもう１台の無線機は何も操作する必要はありません。接続要求パケットを受信すると、自動的にＴＳ２モードに入ります。

詳細はＴＳ２コマンドの説明を参照してください。

3.5.3 測定データの判定

ＴＳ２コマンドによる測定値の簡単な判定基準は以下の通りです。なお、注意レベルや不可能レベルの境界は明確なものではなく、また実際の設置環境では受信強度の変動（フェージング）もあるため、良好レベルだからと言って１００％安心できるわけではありません。

(1) 良好レベル（－１０５ｄＢm以上）
受信強度が良好レベルの場合はほとんど問題なく通信できます。
ビットエラーは長時間にわたり発生しません。突発的にエラーが発生することがあるかもしれませんが、実使用では再送によりエラーの訂正が行なわれるので問題にはなりません。

(2) 注意レベル（－１０５～－１１５ｄＢm）
受信強度が注意レベルの場合は、経年変化(障害物の追加など)、外部環境の変化（車両の通過など）によって通信品質が劣化した場合に通信できなくなる恐れがあります。
比較的短時間でビットエラーが発生しますが、通信が途切れるほどではありません。しかし、実使用では再送によりレスポンスの低下という問題になります。

(3) 不可能レベル（－１１５ｄＢm以下）
受信強度が不可能レベルの場合は、短時間でもビットエラーが多発し、通信も途切れやすい状況です。この状況で通信を行なうことはほとんど不可能です。

なお、無線通信の一般論として、どんなに受信強度が強い状況でもノイズやマルチパスにより通信が途切れる恐れがあります。必ず、運用するシステム側で無線回線が途切れた場合のフェイルセーフの機能を追加してください。

3.5.4 電波環境の改善方法

注意レベルや不可能レベルにあるときは、次のような方法で改善を検討してください。なお、次項の【設置および取扱いの注意点】も参考にしてください。

(1) 設置位置を移動する
障害物からできるだけ離してください。または見とおしが確保できる位置に移動してください。

(2) 高いところに設置する
アンテナの位置が高いほうが電波環境は良好になりますので、可能な限り高いところに設置してください。

(3) リピータを設置する
リピータを設置することにより通信距離を伸ばしたり建物などの影になる場所の電波環境を改善できます。

3.6 設置および取扱いの注意点

3.6.1 防水について

本無線モデムは防水構造になっておりません。したがって、屋外に設置する場合はお客様で防水していただく必要があります。
防水ケース設計上の注意点を示します。
(1) 材質は塩化ビニール、ＡＢＳ、ＦＲＰなどのプラスチックかガラスが適します。特殊な例として、カーボンファイバーや、カーボン粉などで導電性を持たせたプラスチックは適しません。
(2) 金属、木材、コンクリートは適しません。
(3) 寸法は機構的に許す限り大きくしてください。ケースがアンテナに近いほど損失が大きくなり、通信距離が短くなる場合があります。
(4) ケースの板厚は機構的に許す限り薄くしてください。厚いと損失が大きくなり、通信距離が短くなる場合があります。

3.6.2 周囲の障害物

アンテナの周囲に金属やコンクリートなどの障害物を近づけないでください。極端な指向性が生じて通信距離が短くなる場合があります。

コンクリート柱などに取りつける場合が多いと思われますが、少なくとも１m離さないと指向性が乱れます。近づけないと設置できない場合は、次善の策として下図を参考にしてください。なお、この場合は通信距離が短くなることがあります。

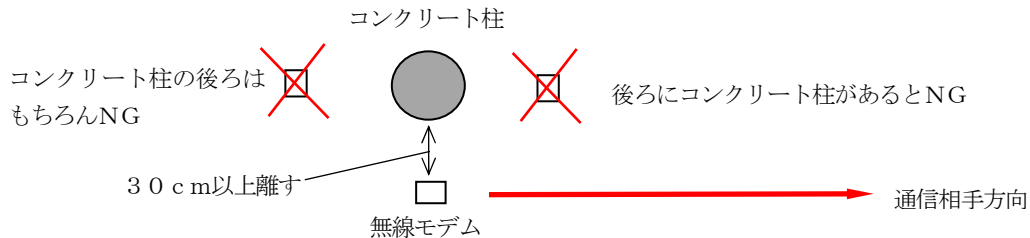



図 11：障害物に近い場合の設置（平面図）

3.6.3 無線モデムの接近

本無線モデム２台を接近させて設置すると、たとえ周波数チャンネルが異なっていたとしても互いに干渉を受けます。２台の無線モデムを１０m以内に接近させて設置する場合は、要求される通信品質の程度により対策が必要になります。対策としては次のような方法が考えられます。

(1) 通信の同期を取る
一方の無線モデムが通信中はもう一方は通信しないように同期を取れば干渉問題は発生しません。

(2) ２台の周波数チャンネルをできるだけ離す
周波数が離れていたほうが干渉の程度が減少します。

(3) ２台の無線モデムの間に障害物を置く
たとえば１本のコンクリート柱に２台の無線モデムを取りつける場合が考えられますが、コンクリート柱を障害物と見なして２台の無線モデムの間に置く方法があります。（図 11：障害物に近い場合の設置（平面図）参照）

(4) アンテナの指向性を利用
本無線モデムのアンテナはアンテナを垂直に立てた場合、水平方向は無指向性（３６０度、どの方向にも電波が放射されます）ですが、垂直方向には電波が放射されません。これを利用して、２台の無線モデムを垂直に２台並べる方法があります。この場合、２台の無線モデムの距離は１m以上離してください。

3.6.4 天候など

(1) 雨は通信に直接の影響を与えませんが、マルチパスの状態を変える恐れがあります。
(2) アンテナに降り積もった雪は通信に大きな影響を与えますので、降雪地帯での設置は注意が必要です。
(3) 強風でアンテナがゆれるとマルチパスフェージングにより通信エラーが発生することがあります。
(4) カミナリは落雷による故障以外に、ノイズにより通信エラーが発生することがあります。

3.6.5 振動について

本無線モデムは精密電子機機です。振動の多い場所は避けて設置してください。
また、屋外に設置する場合が多いと思われますが、強風などで振動しないように強固な設置をお願いします。

3.6.6 取り扱いについて

(1) 本体を組立てているネジを回さないでください。誤動作や故障の原因になります。
(2) アンテナは曲がりやすい構造ですが、無理に曲げたり、曲げたまま使用しないでください。故障したり、性能が劣化して通信距離が短くなる場合があります。
(3) アンテナを持って本無線モデムを持ち上げたり、振り回したりしないでください。故障や怪我の原因になります。

4. 周波数グループ

4.1 周波数の割り当て

本無線モデムが使用する周波数を表に示します。

表 3 : チャンネル番号一覧

チャンネル番号	周波数（MHｚ）		チャンネル番号	周波数（MHｚ）
7	４２９．２５００		２７	４２９．５０００
8	４２９．２６２５		２８	４２９．５１２５
9	４２９．２７５０		２９	４２９．５２５０
１０	４２９．２８７５		３０	４２９．５３７５
１１	４２９．３０００		３１	４２９．５５００
１２	４２９．３１２５		３２	４２９．５６２５
１３	４２９．３２５０		３３	４２９．５７５０
１４	４２９．３３７５		３４	４２９．５８７５
１５	４２９．３５００		３５	４２９．６０００
１６	４２９．３６２５		３６	４２９．６１２５
１７	４２９．３７５０		３７	４２９．６２５０
１８	４２９．３８７５		３８	４２９．６３７５
１９	４２９．４０００		３９	４２９．６５００
２０	４２９．４１２５		４０	４２９．６６２５
２１	４２９．４２５０		４１	４２９．６７５０
２２	４２９．４３７５		４２	４２９．６８７５
２３	４２９．４５００		４３	４２９．７０００
２４	４２９．４６２５		４４	４２９．７１２５
２５	４２９．４７５０		４５	４２９．７２５０
２６	４２９．４８７５		４６	４２９．７３７５

4.2 グループ運用

本無線モデムは周波数を固定して運用するほかに、周波数をグループ化して使用することができます。異なるグループを設定したシステム間は同じ周波数を使用しないため、同一エリアで独立して運用することができます。また、各グループ内では設定された複数の周波数の中で、空いている（電波環境の良い）周波数を選択して無線回線を接続します。（マルチアクセス機能）　グループ内の周波数のうち、どれか一つでも電波環境の良好な周波数があれば通信できるため、妨害やマルチパスフェージングに強くなります。

逆に複数の周波数を切替えながら受信待機する必要があることから、回線接続時間が若干長くなります。また同一エリアで独立に運用できるシステム数は減少します。

4.3 分割方法

周波数グループの分割方法はA、B、C、Dの４種類あります。Aは周波数固定モードです。Bは２波２０グループモード、Cは３波１３グループモード、Dは５波８グループモードです。Aはグループ番号とチャンネル番号は一致しますので表は省略します。B、C、Dのグループ番号と使用するチャンネル番号の関係を表に示します。

表４：分割方法B（２波２０グループモード）

グループ番号	チャンネル		グループ番号	チャンネル
1	７、２７		１１	１７、３７
2	８、２８		１２	１８、３８
3	９、２９		１３	１９、３９
4	１０、３０		１４	２０、４０
5	１１、３１		１５	２１、４１
6	１２、３２		１６	２２、４２
7	１３、３３		１７	２３、４３
8	１４、３４		１８	２４、４４
9	１５、３５		１９	２５、４５
１０	１６、３６		２０	２６、４６

表５：分割方法C　（３波１３グループモード）

グループ番号	チャンネル		グループ番号	チャンネル
1	７、２０、３３		8	１４、２７、４０
2	８、２１、３４		9	１５、２８、４１
3	９、２２、３５		１０	１６、２９、４２
4	１０、２３、３６		１１	１７、３０、４３
5	１１、２４、３７		１２	１８、３１、４４
6	１２、２５、３８		１３	１９、３２、４５
7	１３、２６、３９			

表６：分割方法D　（５波８グループモード）

グループ番号	チャンネル
1	７、１５、２３、３１、３９
2	８、１６、２４、３２、４０
3	９、１７、２５、３３、４１
4	１０、１８、２６、３４、４２
5	１１、１９、２７、３５、４３
6	１２、２０、２８、３６、４４
7	１３、２１、２９、３７、４５
8	１４、２２、３０、３８、４６

5. プロトコル

5.1 パケット通信

本無線モデムは常時電波を放射するのではなく、パケットと呼ばれる、ある決められた構造を持った小さな塊として電波を送信します。パケットを送受信する通信方式をパケット通信と呼びます。
パケットの構造は下図のとおりです。ヘッダー部分には通信を制御するために必要なデータが含まれており、本無線モデムが自動的に付加します。
メッセージデータ部分はユーザーのデータです。１パケットの中のメッセージデータ長さはスループットの向上のため０バイト～３１バイトの可変長となっています。
誤り検出部分はデータの誤り検出用チェックビットで、本無線モデムが自動的に付加します。誤りを検出すると自動的に再送要求（ＡＲＱ機能）するため、信頼性の高い通信ができます。

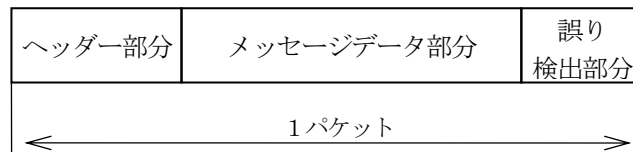



図 12 : パケット構造

5.2 通信プロトコルの概要

本無線モデムの通信プロトコルはデータ透過モード、パケット送信モードおよびヘッダレスストリームモードです。パケット送信モードとヘッダレスストリームモードは共存することができます。
パケット送信モードとヘッダレスストリームモードではリピータ機能が使用できます。２段のリピートが可能です。リピータ機能とモデム機能も共存します。

5.2.1 データ透過モード

データ透過モードはコネクション型の１対１通信です。コネクションはコマンドで行ないますが、接続したあとはコマンドレスで双方向のデータ通信を行ないます。送信バッファを持っているので大量のデータを連続して送信できますが、ヘッダレスストリームモードと異なり再送回数に制限がないため、データの透過性が極めて高くなっています。
一方で、コネクションのためにコマンドを必要とするので、外部にインテリジェントな制御機器が必要です。

5.2.2 パケット送信モード

パケット送信モードは送信コマンドにより相手モデムのアドレスを指定して送信します。メッセージ１つ毎に送信コマンドが１つ必要ですが、相手を指定できるのでポーリング型の通信やアドホック型の通信に適します。
通信するには送信コマンドを生成する必要があるので、外部にインテリジェントな制御機器が必要です。
一方で、１パケットずつ通信の成否を報告するので上位のアプリケーションソフトで制御しやすく、確実な通信ができます。

5.2.3 ヘッダレスストリームモード

通信相手のアドレスなどを事前に設定しておくことで送信コマンドを不要にした、パケット送信モードの特殊なモードです。無線区間のパケット構造が同じなので、ヘッダレスストリームモードとパケット送信モードは互いに通信することができます。
送信コマンドが不要なので、センサーなどの非インテリジェントな機器が相手でも通信ができます。また、送信バッファを持っているので、大量のデータを連続して送信することができます。
一方で、データの透過を目的としているので通信の成否を報告しません。通信の成否は上位のアプリケーションソフトで確認する必要があります。

5.3 データ透過モード

5.3.1 概要

データ透過モードは、通信中は無線回線が１対１で常時接続された状態になり、短い周期でパケットを送受信する（ピンポン伝送）ことにより、外部インターフェースに接続された端末機器の間では見かけ上全２重通信を実現することができます。

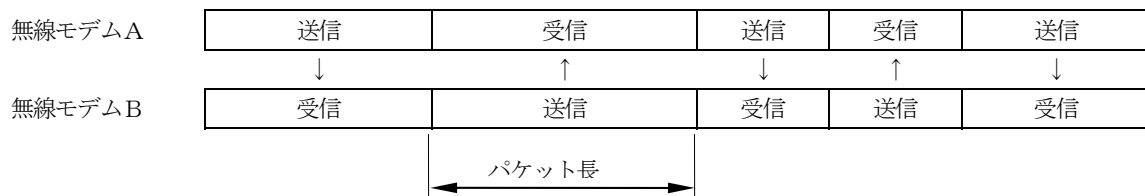



図 13：ピンポン伝送

データ透過モードでは外部インターフェースから入力されたデータをＡＳＣＩＩ、バイナリを問わずすべて相手に送ることができます。しかし、ブレーク信号は送ることができません。

本無線モデムは内部に約２ｋバイトの送信バッファを持っているので、無線区間の通信速度よりも早い通信速度で外部インターフェースからデータを入力できます。

送信パケット長さ以上のデータがバッファに溜まった場合は、自動的にデータが分割されて送信されます。受信側では受信したデータを出力しますが、無線通信の速度に比べて有線通信の速度が速いため、データが途切れ途切れに出力されますので、アプリケーションソフトの処理において考慮願います。

データ透過モードによる通信は以下の手順で行ないます。

(1) 電源を投入した直後は受信待機状態です。
(2) 通信を開始するときは接続要求します。接続方法として「コマンド接続・切断モード」と「自動接続・切断モード」の２種類があります。
(3) 無線回線が接続し、データ透過モードで通信が出来ます。
(4) 通信を終了するときは切断要求します。回線が切断するとはじめの受信待機状態に戻ります。

5.3.2 接続手順

5.3.2.1. コマンド接続・切断モード

コマンド接続・切断モードでは、ＲＳ－２３２Ｃから接続コマンド（ＣＯＮ）を入力すると接続要求状態に入り、設定された周波数グループ内の周波数を順次変更しながら接続要求パケットを送信します。

相手の無線モデムは同様に周波数グループ内の周波数を順次変更しながら受信待機していますが、周波数変更のインターバルは接続要求時と異なる設定になっています。したがって、いつかは接続要求パケットを受信することができるので、受信すると応答を返し周波数変更を中止して回線接続状態に入ります。

応答を受け取った接続要求側は周波数の変更を中止し、コマンドレスポンス「Ｐ０」を出力して回線接続状態に入ります。

もし、接続要求パケットに対して応答がない場合は、ＲＥＧ０８で設定される接続要求回数の範囲内で接続要求パケットを送信します。接続要求回数の送信を行っても応答がなかった場合は、コマンドレスポンス「Ｎ１」または「Ｎ３」をＲＳ－２３２Ｃに出力して受信待機状態に戻ります。

5.3.2.2. 自動接続・切断モード

自動接続・切断モードでは、ＲＳ－２３２Ｃから送信データが入力されると接続要求状態に入り、設定された周波数グループ内の周波数を順次変更しながら接続要求パケットを送信します。

相手の無線モデムの動作および応答を受け取った接続要求側の無線モデムの動作はコマンド接続・切断モードと同じですが、レスポンスは出力されません。

もし、接続要求パケットに対して応答がない場合は、ＲＥＧ０８で設定される接続要求回数の範囲内で接続要求パケットを送信します。接続要求回数の送信を行っても応答がなかった場合は受信待機状態に戻ります。この

とき、レスポンスは出力しません。

5.3.2.3. 接続しなかったときのデータ

データ透過モードでは無線回線切断中に入力されたデータでもバッファに保存し、接続した時に相手に送ります。したがって、接続失敗した場合にもデータは残りますので、次回の接続で予期しないデータを相手に送信する可能性があります。

このような問題に対応するためにメモリレジスタＲＥＧ０４の設定によりタイムアウトでバッファをクリアしたり、メモリレジスタＲＥＧ１１：ビット４の設定により接続する時にバッファをクリアすることができますので、状況に応じて設定してください。

5.3.3 回線接続状態

回線接続状態では、２台の無線モデムは短い時間で送信と受信を繰り返す（ピンポン伝送）ことによりＲＳ－２３２Ｃから見ると全２重通信を実現しています。各送信パケットにはデータのほかに誤り検出用のチェックビットが付加されているので、誤りを検出すると送信元に対して再送を要求することにより信頼性の高い通信を行っています。

送信すべきデータがある間は、ＲＥＧ１１で設定される最大送信バイト数の範囲でデータをパケット化し相手に送信します。送信すべきデータがなくなっても互いにパケットのやり取りを行なうことにより、回線接続状態を維持しています。

もし、相手の応答がなくなった場合は、１０回まで再送を繰り返します。１０回再送しても応答がなかった場合は、回線が切断されたとみなして受信待機状態に戻ります。

5.3.4 切断手順

5.3.4.1. コマンド接続・切断モード

コマンド接続・切断モードでは、ＲＳ－２３２Ｃから切断コマンド（ＤＣＮ）を入力すると切断要求状態に入り、切断要求パケットを送信し、ＡＣＫを待ちます。切断要求状態では送信バッファにデータがあっても送信しません。

相手の無線モデムは切断要求パケットを受信するとＡＣＫを返し、受信待機状態に戻ります。この場合も送信バッファにデータがあっても送信しません。

ＡＣＫを受信した切断要求側はコマンドレスポンス「Ｐ０」をＲＳ－２３２Ｃに出力して受信待機状態に戻ります。

もし、切断要求パケットを送信しても応答がない場合は１０回まで再送を繰り返します。１０回再送しても応答がなかった場合は、回線が切断されたとみなしてコマンドレスポンス「Ｎ１」をＲＳ－２３２Ｃに出力して受信待機状態に戻ります。

5.3.4.2. 自動接続・切断モード

自動接続・切断モードでは、ＲＥＧ０５で設定される無線回線接続タイムアウト時間を過ぎてもバッファの内容に変化がなかった場合に切断要求状態に入り、切断要求パケットを送信し、ＡＣＫを待ちます。

相手の無線モデムは切断要求パケットを受信するとＡＣＫを返し、受信待機状態に戻ります。

もし、切断要求パケットを送信しても応答がない場合は１０回まで再送を繰り返します。１０回再送しても応答がなかった場合は、回線が切断されたとみなして受信待機状態に戻ります。

なお、自動接続・切断モードではレスポンスが出力されません。

5.3.5 通信時間

5.3.5.1. 接続時間

本無線モデムは周波数をグループモードに設定しているときは、受信待機中は周波数を順次変更しています。したがって、接続要求した時点で接続要求側と相手側で周波数が異なる可能性が高く、接続手順にしたがって接続できるまでにはある程度の時間を要します。

各周波数グループモードについて、電波環境が良い場合に予想される最大の接続時間は表のようになります。

表 7 : 最大接続時間

周波数モード	最大接続時間
２波モード	１．９秒
３波モード	２．６秒
５波モード	３．９秒

具体的な例として３波モードで１波に妨害があって送信できない場合の接続のシーケンスを示します。なお、各シーケンスの意味はパケット送信モードの通信時間を参照してください。

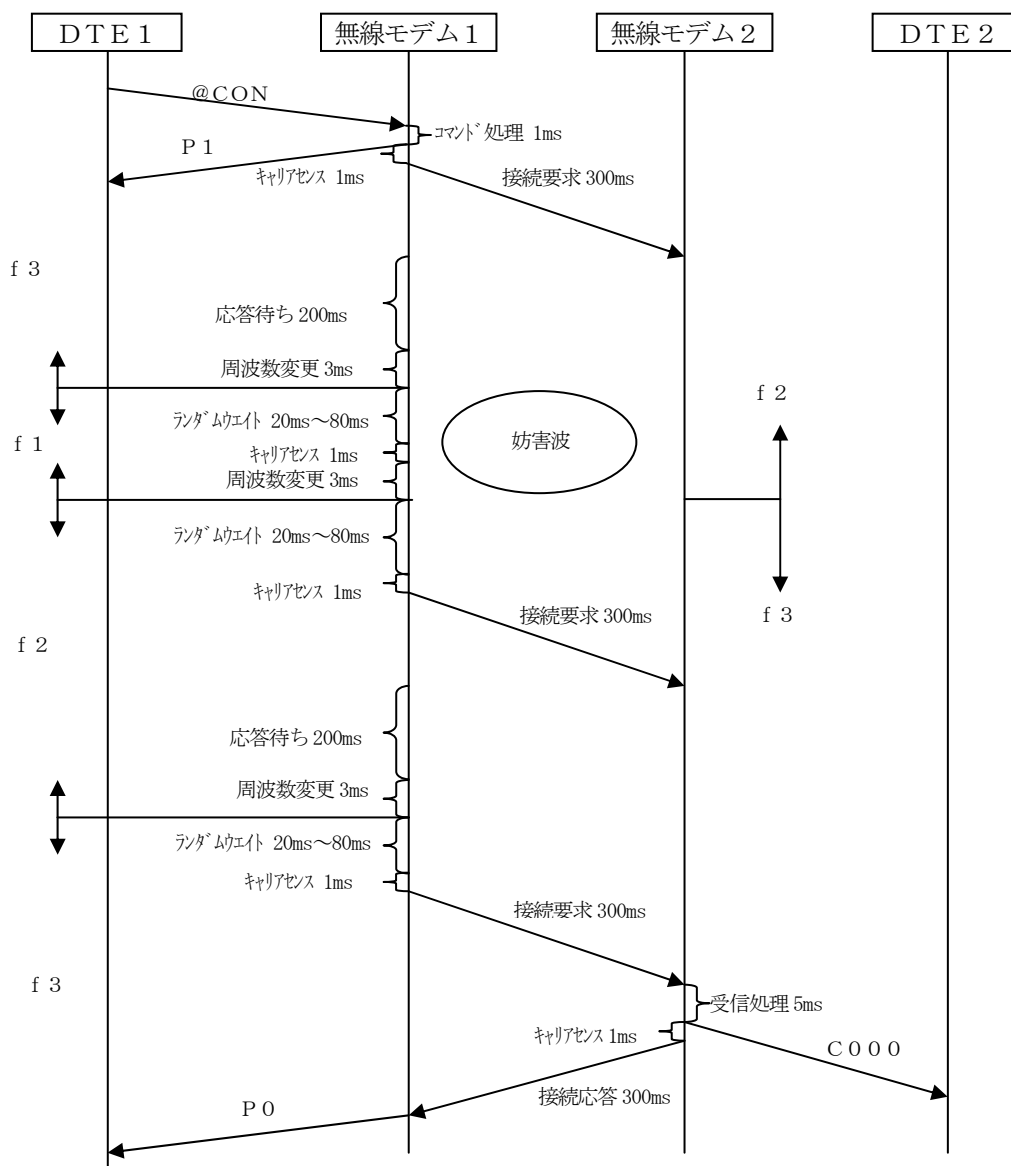



図 14 : 接続のシーケンス

5.3.5.2. 送信時間

本無線モデムが回線接続中に１パケットを送信するのに要する時間は以下の式であらわすことができます。

送信時間（ｍｓ）　＝１９６．３＋（メッセージバイト数）×１８．３

注意
・ピンポン伝送中の１パケットの送信時間を示します。
・メッセージバイト数は０～３１バイトです。３１バイトを超える場合は自動的に分割されます。この場合、相手の送信が入りますので単純に掛け算した時間にはなりません。

5.3.5.3. スループットと伝送遅れ

本無線モデムの無線区間の最大スループットは、A局がメッセージデータを３１バイトで送信し、B局がメッセージデータなしで送信する場合で、およそ３２バイト／秒になります。

伝送遅れは下図のように考えます。

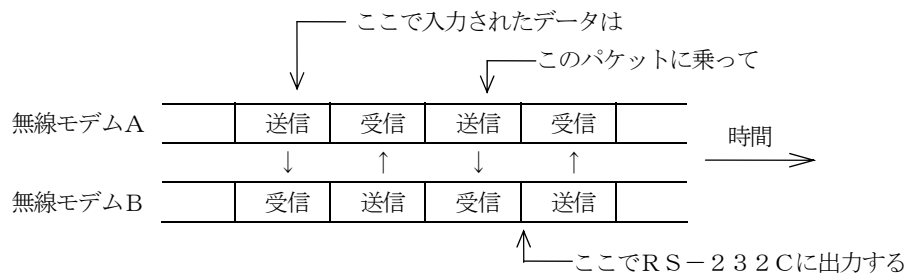



図 15：伝送遅れの説明

図から分かるように、遅れ時間はデータが入力されるタイミングとメッセージパケットの長さに依存します。
最小の遅れ時間は、１バイトのデータが送信の直前に入力された場合で、およそ２１５ｍｓです。
最大の遅れ時間は、A局、B局ともに３１バイトで送信している場合に、送信開始直後にデータが入力された場合で、およそ２２９０ｍｓです。ただし、有線区間の通信時間を除きます。

5.4 パケット送信モード

5.4.1 パケット送信モードの概要

パケット送信モードは、無線モデムを制御するコマンドを利用して半２重のパケット通信を行なうモードです。パケットにアドレスを付加して送信する事により、相手モデムを選択して通信を行なうことができるので、１：Ｎのアプリケーションに向いています。

パケット通信モードの通信は以下の手順で行ないます。

(1) 電源投入直後は受信待機状態です。
(2) メッセージを送信したいときは送信コマンドＴＸＴまたはＴＢＮを使用します。リピータ経由のときはＴＸ１などのリピータ経由送信コマンドを使用します。送信コマンド１つでパケットを１つ送信します。
(3) 通信相手はパケットを受信するとＡＣＫを返します。送信元はＡＣＫを受信して通信完了です。送信元は通信成功または失敗の原因に応じたレスポンスを返します。
(4) 連続でメッセージを送信する場合は送信成功または失敗のレスポンスを確認してから行ないます。
(5) 送信が終了すると受信待機状態に戻ります。

図 16 : パケット送信のプロトコル

5.4.2 同報通信

パケット送信モードでは、宛先アドレスを２５５に設定することで複数のモデムに同報通信を行なうことができます。ただし、同報通信ではＡＣＫの返信は行われないので、送信側ではすべての受信側が正常に受信できたかどうか判断できません。

同報通信では、送信側はあらかじめ設定された再送回数＋１回の送信を行い、正常終了のレスポンス（Ｐ０）を外部機器に出力します。受信側では、データを正常に受信するとＡＣＫの返信は行なわずにデータを外部機器に出力します。正常データを受信した後の再送データは、同一パケットと判断して外部機器へは出力しません。

図 17 : 同報通信のプロトコル

5.4.3　送信コマンドと受信ヘッダ

パケット送信モードで使用する送信コマンドは、ＴＸＴ、ＴＸ１、ＴＸ２（テキストモード)、ＴＢＮ、ＴＢ１、ＴＢ２（バイナリモード）６種類があります。受信データの外部機器への出力形式も送信コマンドに対応して６種類あり、外部機器は受信ヘッダからデータ形式を知ることができます。

表 8：送信コマンドと受信ヘッダの対応

送信コマンド	受信ヘッダ	機能
ＴＸＴ	ＲＸＴ	テキストデータ送信
ＴＸ１	ＲＸ１	リピータ１段経由
ＴＸ２	ＲＸ２	リピータ２段経由
ＴＢＮ	ＲＢＮ	バイナリデータ送信
ＴＢ１	ＲＢ１	リピータ１段経由
ＴＢ２	ＲＢ２	リピータ２段経由

外部機器から無線モデムへの送信データ入力フォーマットと、それに対する無線モデムから外部機器への受信フォーマットは以下のとおりです。

(1) テキストモード送信
送信　　@ＴＸＴ[宛先アドレス][メッセージ][CRLF]
受信　　ＲＸＴ[送信元アドレス][メッセージ] [CRLF]

(2) テキストモードリピータ１段経由
送信　　@ＴＸ１[リピータアドレス][宛先アドレス][メッセージ][CRLF]
受信　　ＲＸ１[リピータアドレス][送信元アドレス][メッセージ] [CRLF]

(3) テキストモードリピータ２段経由
送信　　@ＴＸ２[リピータアドレス１][リピータアドレス２][宛先アドレス][メッセージ][CRLF]
受信　　ＲＸ２[リピータアドレス１][リピータアドレス２][送信元アドレス][メッセージ] [CRLF]

(4) バイナリモード送信
送信　　@ＴＢＮ[宛先アドレス][メッセージバイト数][メッセージ] [CRLF]
受信　　ＲＢＮ[送信元アドレス][メッセージバイト数][メッセージ] [CRLF]

(5) バイナリモードリピータ１段経由
送信　　@ＴＢ１[リピータアドレス][宛先アドレス][メッセージバイト数][メッセージ][CRLF]
受信　　ＲＢ１[リピータアドレス][送信元アドレス][メッセージバイト数][メッセージ] [CRLF]

(6) バイナリモードリピータ２段経由
送信　　@TB２[リピータアドレス1][リピータアドレス2][宛先アドレス][メッセージバイト数][メッセージ][CRLF]
受信　　RB２[リピータアドレス1][リピータアドレス2][送信元アドレス][メッセージバイト数][メッセージ] [CRLF]

注意　・テキストモード送信ではメッセージの中にＣＲＬＦコードが含まれる場合はそこでメッセージが終了と判断し、それ以後のデータは送信されません。ＣＲＬＦコードが含まれる場合はバイナリモード送信を使用してください。

5.4.4 パケット送信モードの通信時間

5.4.4.1. 通信のシーケンス

パケット送信モードの通信シーケンスとそれぞれに要する時間は以下のようになります。

(1) 送信コマンドの入力

送信コマンドの入力時間は外部機器と無線モデムの間の通信パラメータで決定されます。関連するパラメータは以下の通りです。

１．伝送レート（３００ｂｐｓ～１９２００ｂｐｓ）
２．データ長（７または８ビット）
３．パリティビット（有りまたは無し）
４．ストップビット長（１または２ビット）
５．スタートビット長（１ビット固定）

例として、伝送レートを９６００ｂｐｓ、１スタートビット、データ長８ビット、１ストップビット、パリティ無しとすると、１ビットに必要な時間は１０４μｓ、１バイトのデータを送るために必要な時間は１バイトが１０ビットなので１．０４ｍｓになります。

ＴＸＴコマンドで１０バイトのメッセージデータを送る場合を考えると、送信フォーマットは「＠ＴＸＴ００１ＡＢＣＤＥＦＧＨＩＪ[CRLF]」となり１９バイトなので１９．８ｍｓになります。

(2) コマンド処理

コマンドを受け付け、コマンド文字列の解読やエラーチェックを行なう内部処理時間です。１ｍｓ以内に終了します。

(3) 送信パケットの生成

送信パケットを生成するための内部処理時間です。メッセージデータの長さ（１～３１バイト）により異なりますが、２ｍｓ以下で終了します。

(4) キャリアセンス

他の無線モデムが送信中かどうかを確認するための受信時間です。１ｍｓ受信します。

キャリアセンス時間中に電波やノイズが検出された場合はランダムウエイト時間経過後に再びキャリアセンスを行います。

(5) 無線送信

無線送信時間はメッセージデータのバイト数（１～３１）により異なりますが以下の式で表すことができます。

３８０ｍｓ＋（メッセージバイト数）×１８．３ｍｓ

(6) ＡＣＫ待ち

無線送信終了後にＡＣＫを待つ時間です。２００ｍｓ受信します。

この時間内にＡＣＫパケットのプリアンブルを受信できない場合は送信失敗とみなし、再送回数が残っていればランダムウエイト時間待って再びキャリアセンス以後を繰り返します。再送回数が残っていない場合は送信失敗レスポンスを出して送信を終了します。

(7) ＡＣＫ（ＮＡＫ）送信

正常に受信したことを送信元に知らせるための返信（ＡＣＫ）、または受信できなかったことを知らせる返信（ＮＡＫ）の送信時間です。３８０ｍｓです。

(8) ランダムウエイト

キャリアセンスでキャリアが検出された場合または送信失敗して再送信を行う場合に、パケット同士の衝突を防止するためにランダムに設定された時間を待ってキャリアセンスを開始します。

ランダムウエイト時間は２０ｍｓ～８０ｍｓです。

(9) 受信処理時間

受信データのエラーチェックやＡＣＫを返すための準備を行なう内部処理時間です。受信完了後（ほぼ送信完了と一致）およそ５ｍｓ後に受信データの出力を開始します。

受信データの出力時間は送信データ入力時間と同じように外部機器と無線モデムの間の通信パラメータで決定されます。

(10) 周波数変更

周波数グループモードにあるときに、周波数を変更し発振の安定を待つ時間です。３ｍｓかかります。

5.4.4.2. 通信時間の例

以下の例は有線通信パラメータが９６００ｂｐｓ、データ長８ビット、１ストップビット、パリティ無しで１０バイトのメッセージを送る場合の大まかな通信時間を示します。

再送を１回行った場合を示します。ＡＣＫを待ちますが応答がないため再送のルーチンに入ります。再送のルーチンではパケットの衝突を防止するために２０ｍｓ～８０ｍｓのランダムウエイトをし、再び送信動作を行ないます。

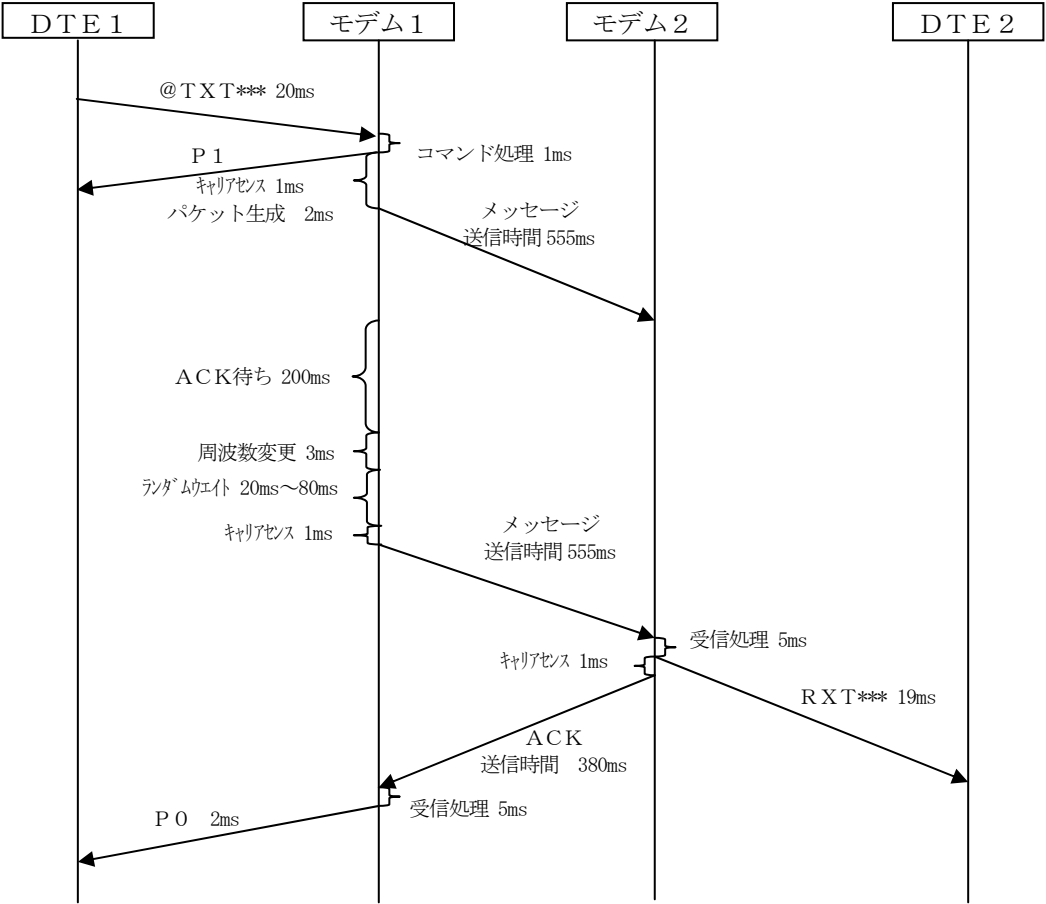



図 18 : パケット送信モードの通信時間（例）

5.5 ヘッダレスストリームモード

5.5.1 概要

ヘッダレスストリームモードは、パケット送信モードで必要な送信コマンドの手続きを不要とし、送信データを直接入力するだけで通信する、パケット送信モードの特別なモードです。通信相手のアドレスや経由するリピータアドレスなどのパラメータはメモリレジスタで設定するか、コマンドで設定します。送信のトリガは、ターミネータ、タイムアウトまたは規定のバイト数のいずれかをメモリレジスタで設定します。

本モードではバッファを持っているので、最大パケットサイズの３１バイトを超えるデータを連続して受付けることができます。この場合は無線モデムが自動的にパケットを分割し、送信します。

本モードでは相手局の応答がない場合は規定の回数の範囲で再送を繰り返すことにより通信の可能性を高めています。しかし、再送回数を超えた場合はそのパケットのメッセージは失われます。

本モードはパケット送信モードと互換性があり互いに通信可能です。

5.5.2 フォーマット

ヘッダレスストリームモードは送信コマンドにともなうレスポンス（Ｐ１やＰ０またはＮ１など）は出力されません。また、パケット送信モードにあるような受信ヘッダやＣＲＬＦコードは出力されないかわり、ターミネータもデータとして送信されます。

ヘッダレスストリームモードの送信および受信のフォーマットは以下のようになっています。

１．パケット送信モード（参考）
送信　＠ＴＸＴ００２ＨＥＬＬＯ[CRLF]
受信　ＲＸＴ００１ＨＥＬＬＯ[CRLF]

２．ヘッダレスストリームモード（ターミネータが　ＣＲＬＦ　の場合）
送信　ＨＥＬＬＯ[CRLF]
受信　ＨＥＬＬＯ[CRLF]

３．相手がパケット送信モードの時（テキストモード）
送信　ＨＥＬＬＯ[CRLF]
受信　ＲＸＴ００１ＨＥＬＬＯ[CRLF][CRLF]

４．相手がパケット送信モードの時（バイナリモード）
送信　ＨＥＬＬＯ[CRLF]
受信　ＲＢＮ００１００７ＨＥＬＬＯ[CRLF][CRLF]

５．パケット送信モードから送られてきた場合
送信　＠ＴＸＴ００２ＨＥＬＬＯ[CRLF]
受信　ＨＥＬＬＯ

5.5.3 送信のトリガ

ヘッダレスストリームモードは以下の条件で送信を開始します。

(1) ターミネータモード
指定のターミネータが入力された。または３１バイト以上データが入力された。

(2) タイムアウトモード
設定された時間以上データの入力が途切れた。または３１バイト以上データが入力された。

初期設定ではタイムアウトモードとターミネータモードの両方が有効ですが、設定によりタイムアウトモード専用またはターミネータモード専用にすることができます。

ターミネータモード専用のときに３１バイト以上のデータが入力されてもターミネータが入力されるまで送信しないようにもできます。この場合フロー制御が働かなくなりますのでバッファのオーバーフローに注意してください。

5.5.4 通信時間

ヘッダレスストリームモードの通信時間は送信パケットの生成時間を除き、パケット送信モードと同じです。

(1) 送信パケットの生成

送信パケットを生成するための内部処理時間です。メッセージデータの長さ（１～３１バイト）により異なりますが、３ｍｓ以下で終了します。

5.5.5　使用上の注意

(1) ヘッダレスストリームモードではコマンド以外の入力は送信データとして扱われます。しかしながら、コマンドレスポンスを待たずに入力された送信データは、タイミングによって送信されないことがあります。
送信データはコマンドレスポンスを受け取ってから入力してください。

(2) パケット送信モードとヘッダレスストリームモードの２つの通信プロトコルは送信コマンドおよび受信パケットにより自動的に切り替わります。
ＴＸＴなどの送信コマンドを入力するとパケット送信モードになり、メッセージパケットを送信します。受信側はパケットのフラグを判断してパケット送信モードで受信します。
コマンド以外の入力はヘッダレスストリームモードの送信データと判断します。受信側はパケットのフラグを判断してヘッダレスストリームモードで受信します。

5.6 リピータ

5.6.1 概要

リピータ経由の通信とは、宛先モデムが通信エリア外であったり、障害物があったりして直接通信できないとき、双方から通信できる位置にリピータを設置して、リピータを中継する事により無線回線をつなぐ方式です。
リピータは受信したパケットをそのまま送信するだけなので外部にターミナルは必要ありません。しかし、ターミナルを追加してモデムとしても動作させることができます。
リピータは１つのシステムの中に複数台の設置が可能です。本無線モデムのリピータは２段の中継までできますので、電波状況に応じて経由するリピータを変更するような高度な通信制御に対応できます。
リピータはモデムと共存します。受信したパケットのアドレスが自局宛であればデータを外部インターフェースに出力します。受信したパケットのリピータアドレスが自局と一致した場合はパケットを転送します。
モデムとして送信の時はパケット送信モードまたはヘッダレスストリームモードの手順に従います。
送信と転送が衝突した場合は先に発生した要求が優先されます。後で発生した転送要求は無視され、後で発生した送信要求は転送が終了してから実行されます。

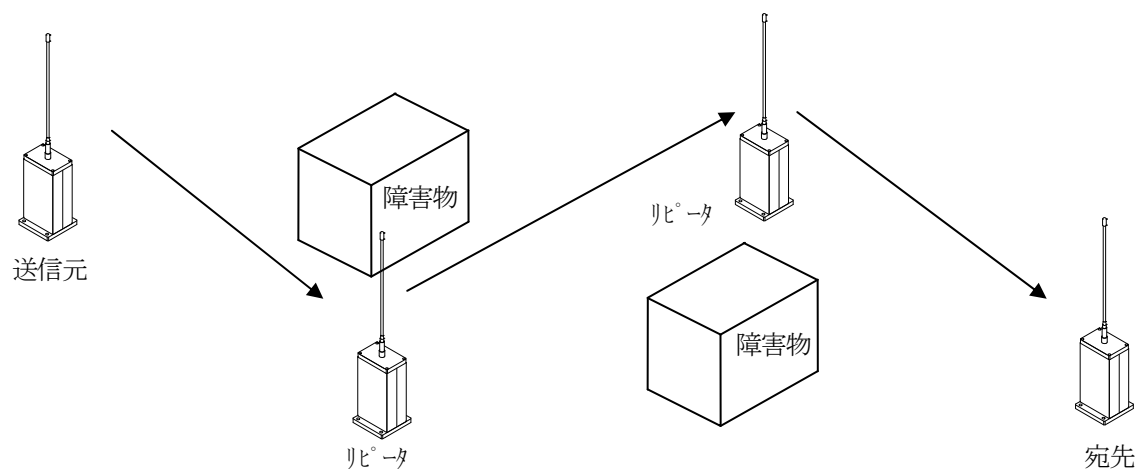



図 19：リピータ経由の通信

5.6.2 転送ルートの決定

転送ルートはパケット送信モードでは送信コマンドで指定します。
ヘッダレスストリームモードでは次の３種類の方法があります。

(1) メモリレジスタによる設定
(2) ＰＡＳコマンドによる設定
(3) 受信パケットをなぞる設定

受信パケットをなぞる設定とは、ヘッダレスストリームモードでは送信ルートがメモリレジスタで固定されるため、メンテナンスなどにより送信ルート以外のモデムがアクセスしたい場合に通信できないという問題があります。これを解消するため、受信したパケットの送信ルートを一時的に設定してしまう機能です。リセットすればメモリレジスタの設定に戻ります。新しいパケットを受信すればそれにセットされます。

5.6.3 通信時間

リピータの通信時間はパケット送信モードと同じです。

5.6.4 通信時間の例

有線通信パラメータが９６００ｂｐｓ、データ長８ビット、１ストップビット、パリティ無しで１０バイトのメッセージを送る場合の、リピータ２段の場合の通信時間の例を図 20 に示します。

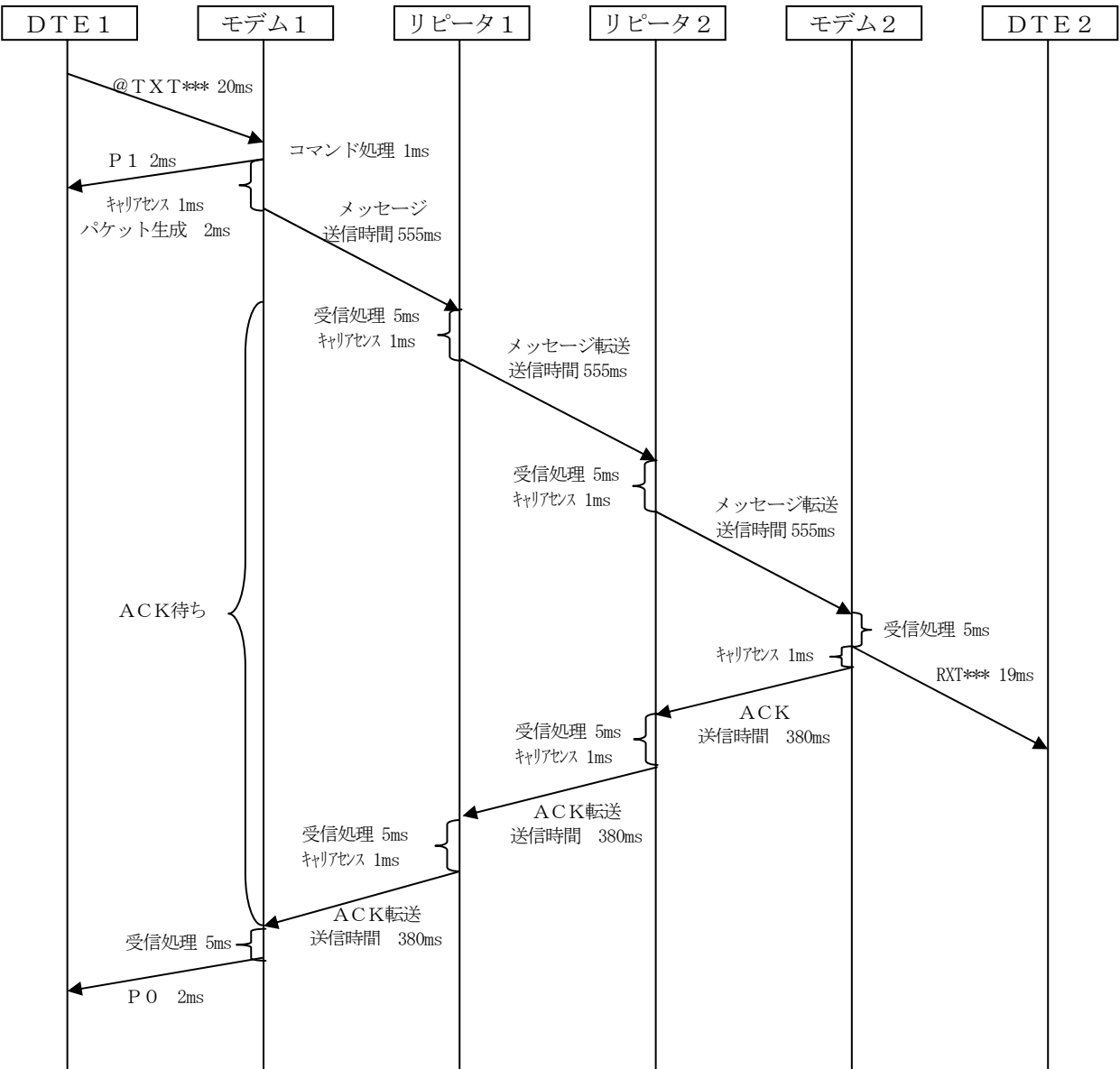



図 20：リピータ２段の通信時間の例

5.6.5 使用上の注意

リピータ経由の通信は周波数を固定モードで使用してください。グループモードで使用した場合は送信失敗の可能性が高くなります。

5.7 信号線の透過

本無線モデムはＲＳ２３２Ｃの信号線ＤＴＲの状態を通信相手のＤＳＲに透過することができます。
初期状態はＤＳＲはＯＮです。送信パケットにはＤＴＲの状態を持たせていますので、パケットを受信するとＤＳＲが変化します。

5.7.1 動作

信号波形のサンプリングは送信直前に行なわれ、受信信号の変化はパケットを受信完了時に行なわれます。したがってデータ透過モードでは比較的リアルタイムに透過することができますが、パケット送信モードでは送信のタイミングに従います。信号線は受信完了後（＝送信完了）およそ５ｍｓ後に変化します。
パケットを受信しないときは状態を維持しますが、リセットすると初期状態に戻ります。
データ透過モードにおける信号線透過の例を図に示します。

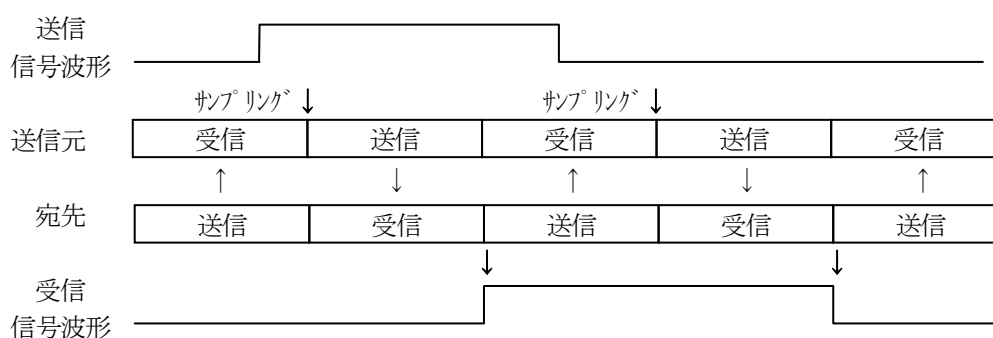



図 21：信号線透過

5.7.2 使用上の注意

信号線のサンプリングはパケットの送信時に行われるため、あるサンプリングから次のサンプリングまでの間に信号線の変化が２回あった場合（つまり元に戻った）は、その変化を宛先モデムに透過することはできません。
また、信号線透過の時間遅れは、変化のタイミングと送受信のパケット長さに依存します。

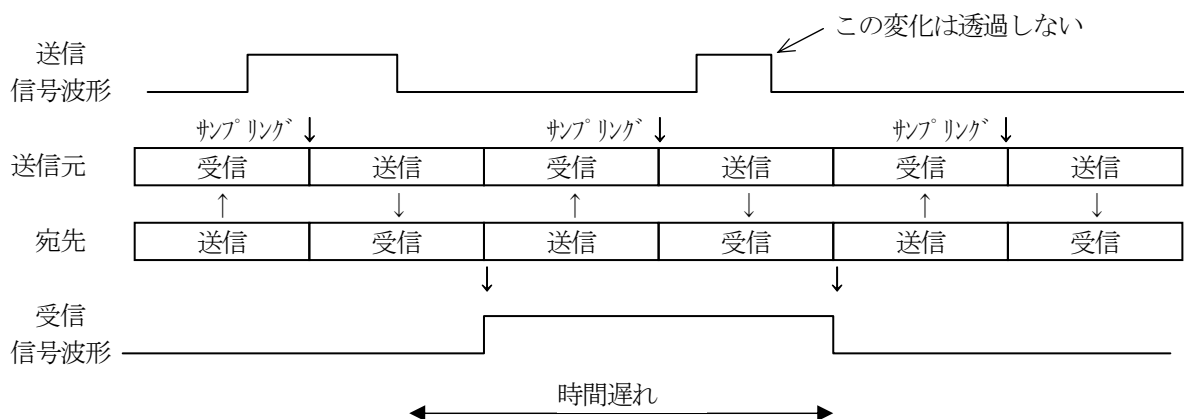



図 22：信号線透過のタイミング

5.8 通信に関する注意事項

5.8.1 かくれ端末問題

かくれ端末問題とは、基地局と、端末としてＡ局とＢ局の２台があったときに、基地局はＡ，Ｂ両方を受信できるが、Ａ局とＢ局は互いに受信できない場合に、Ａ局とＢ局はキャリアセンスできないために同時送信して基地局が混信してしまう問題です。

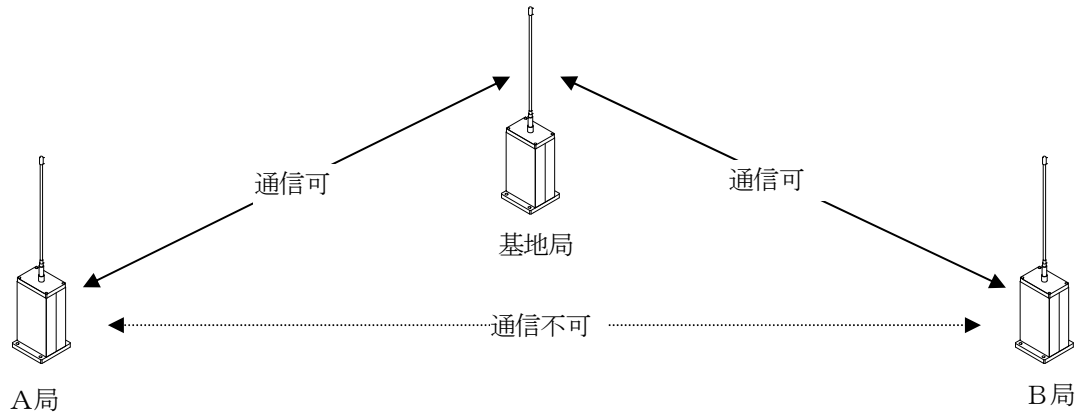



図 23 : 隠れ端末

本無線モデムはこの問題に対する対策手段を持っておりませんので、この問題をご理解頂いたうえで、アプリケーションソフト側で対策をお願いします。なお、対策案としては、接続できなかった場合にランダムなウエイト時間を空けて再接続する方法や、基地局がポーリングすることにより同時送信を防ぐ方法が考えられます。

5.8.2 パケット送信モードの送信レスポンスの誤出力

パケット送信モードでは相手モデムからＡＣＫを受けることにより通信の確認を行なっていますが、もし、受信が正常でＡＣＫを返信したにもかかわらず何らかの原因で送信側にＡＣＫが返らなかった場合、実際には成功しているにもかかわらず送信側は送信失敗と判断します。この場合の動作は以下のようになります。

⑴ 再送回数が０に設定されている場合

＜送信側＞　送信失敗（Ｎ１）のレスポンスをターミナルに出力します。
＜受信側＞　ＡＣＫを返信し、受信データをターミナルに出力します。

⑵ 再送回数が１回以上に設定されている場合

＜送信側＞　ＡＣＫを受信するまで再送を行ないます。
再送中にＡＣＫを受信すれば正常終了（Ｐ０）、受信できない場合は送信失敗（Ｎ１）のレスポンスを出力します。

＜受信側＞　ＡＣＫを返信し、受信データをターミナルに出力します。
再送データを受信した場合は、ＡＣＫのみを返信し、ターミナルへは出力しません。

以上のように再送回数が設定されていればいつかＡＣＫを受信できると考えられますが、送信失敗になった場合には受信側ターミナルと送信側ターミナルで認識にずれが発生します。この問題は無線モデム側では対応できませんのでアプリケーションソフト側での対応をお願いします。

5.8.3 ヘッダレスストリームモードのパケット抜け

ヘッダレスストリームモードでは、送信バッファを持つため連続してデータを入力することができ、ファイルを送信することも可能です。一方でパケット送信モードと同様に決められた回数の再送を行なってもＡＣＫが返らない場合は通信失敗になりますが、ヘッダレスストリームモードでは送信失敗レスポンスが返りません。
この結果、上位のアプリケーションソフトでは通信失敗を知らないまま次のパケットが送信されることになり、パケット抜けが発生することがあります。
対策として、パケット抜けが生じても問題にならないようなストリームデータを扱うか、上位のアプリケーションソフトで通信の成否を判定できるように応答を確認する必要があります。

5.8.4 周波数グループ運用による受信スループットの低下

パケット送信モードで複数の周波数を使用するグループモードを選択した場合、受信スループットが低下し、再送回数を多めに設定しないと送信失敗の確率が非常に大きくなります。グループモードで運用する場合は、再送回数を少なくとも使用する周波数の２乗倍以上の回数にしてください。

受信スループットの低下は、複数の周波数を使用するため送信周波数と受信の待ち受け周波数が異なるために発生します。複数の周波数を使用するグループモードを設定した場合、受信側は周波数を順次切替えながら待機しています。また送信側でも周波数を順次切替えながら、ＡＣＫを受信するまであらかじめ決められた再送回数＋１回の範囲内で送信します。受信側の周波数切替えは送信側に比べて遅くなるように設定されているため、再送回数を多くすれば送受信の周波数は必ず一致しますが、一致するまでに時間がかかる場合があります。

複数の周波数を使用するのは、特定の周波数が妨害を受けたときに有効ですが、このようにスループット低下の問題が発生します。したがって、パケット送信モードでスループットが要求されるようなアプリケーションでは、周波数を固定して使用することを推奨します。

5.8.5 同時送信の周波数の追いかけっこ

パケット送信モードおよびヘッダレスストリームモードで周波数グループモードを選択した場合、偶然、同時送信になったときに周波数が一致できなくて送信失敗になる可能性があります。

たとえば、２台の無線モデムが３波モードでｆ１、ｆ２、ｆ３を使用しているときに同時送信が発生すると、送信パケットの周波数は再送のたびに変更されますが、２台がほぼ同じタイミングで変更するため、いつまでも周波数が一致しません。この問題はタイミングに左右されますが、２台の無線モデムのメッセージ長さが近い場合に発生しやすくなります。

対策は、周波数を固定して運用していただくか、上位アプリケーションによる通信制御で同時送信を防止していただく必要があります。

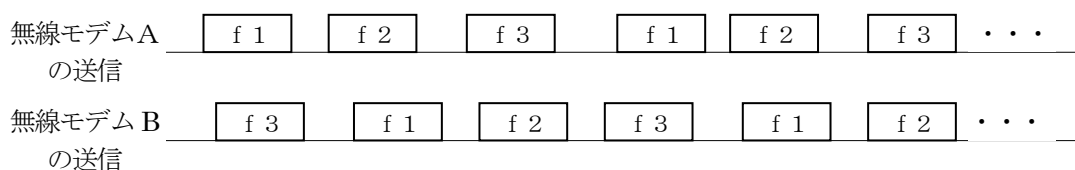



図 24：周波数の追いかけっこ

5.8.6 同報通信の再送回数

同報通信では設定された再送回数の再送を必ず行います。相手からすぐに返信が返るようなアプリケーションソフトの場合は再送中に返信が返る可能性があります。このような場合は再送回数を適切な値にする必要があります。

6. コマンド

6.1 コマンド一覧

本無線モデムでは以下のコマンドが使用できます。

表９：コマンド一覧

	コマンド	機能
1	ＡＲＧ	全メモリレジスタを参照します
2	ＢＣＬ	送受信バッファをクリアします
3	ＣＯＮ	無線回線の接続を要求します
4	ＤＡＳ	宛先アドレスを参照または設定します
5	ＤＢＭ	直前に受信したパケットの受信強度を参照します
6	ＤＢ２	現在のノイズ・妨害波の受信強度を参照します
7	ＤＣＮ	無線回線の切断を要求します
8	ＦＲＱ	周波数グループを参照または設定します
9	ＩＮＩ	メモリレジスタを初期化します
１０	ＰＡＳ	リピータアドレスの参照または設定します
１１	ＲＥＧ	メモリレジスタを参照または設定します
１２	ＲＮＯ	再送回数／接続要求回数を参照または設定します。
１３	ＲＳＴ	電源投入時の状態にリセットします
１４	ＳＡＳ	自局アドレスを参照または設定します
１５	ＳＴＳ	無線回線の接続状況を参照します
１６	ＴＢＮ	バイナリ形式でパケットを送信します
１７	ＴＢ１	リピータ１段経由してバイナリ形式でパケットを送信します
１８	ＴＢ２	リピータ２段経由してバイナリ形式でパケットを送信します
１９	ＴＳ２	無線回線の通信品質を測定します
２０	ＴＸＴ	テキスト形式でパケットを送信します
２１	ＴＸ１	リピータ１段経由してテキスト形式でパケットを送信します
２２	ＴＸ２	リピータ２段経由してテキスト形式でパケットを送信します
２３	ＶＥＲ	本無線モデムのプログラムバージョンを参照します

6.2 コマンドの使用方法

コマンドと送信データを区別するためにコマンドヘッダとして「@」キャラクタ（１６進で４０ｈ）または「ブレーク信号」を使用し、ターミネータとしてキャリッジリターン（１６進で０Ｄｈ）＋ラインフィード（１６進で０Ａｈ）を使用します。

設定をともなうコマンドでは、コマンドの後にコロン「：」に続いて設定値を入力します。参照のときはコマンドのみを入力します。

コマンドに対するレスポンスはターミネータとしてキャリッジリターン＋ラインフィード（０Ｄｈ＋０Ａｈ）が付加されます。

コマンドとレスポンスの例を以下に示します。

コマンド	レスポンス	
＠ＢＣＬ[CRLF]	Ｐ０[CRLF]	
＠ＤＡＳ：０１２[CRLF]	Ｐ０[CRLF]	(設定の例)

コマンドヘッダとしてブレーク信号を使用する場合は、ブレーク信号が終了してから１０ｍｓ以上の時間を空けてからコマンドを入力してください。短いとコマンドエラーになる場合があります。

6.3 コマンドの有効範囲

コマンドで設定した内容は、ＲＥＧコマンドで設定したものを除き一時的な設定なので、リセットしたり電源を切ったりすると失われます。

ＲＥＧコマンドで設定した内容は不揮発性メモリに保存されるため、リセットしたり電源を切っても失われませんが、設定した内容が有効になるのはリセットまたは電源を再投入した後になります。

6.4 コマンド使用上の注意

(1) 設定コマンド実行中はコマンドレスポンスが返るまで電源を切ったり、ハードウエアリセットを行わないでください。メモリレジスタの内容を破壊する恐れがあります。なお、本無線モデムはメモリエラーを検出した場合はメモリレジスタを初期化します。
(2) メモリレジスタの書き換え可能回数は約１００万回です。ＲＥＧコマンド、ＩＮＩコマンドのトータルの回数は１００万回以下で使用してください。
(3) 本無線モデムは電源投入後、およそ２００ｍｓでコマンドを受け付けます。電源を投入またはリセット後、２００ｍｓ以上経過してからコマンドを入力してください。
(4) コマンドレスポンスが返る前に次のコマンドまたはデータを入力すると予期しない結果を生じる恐れがあります。必ずコマンドレスポンスを確認してください。

6.5 コマンドの詳細

個々のコマンドの詳細について説明します。なお、文中で使用される記号の意味は以下のとおりです。

@　：コマンドヘッダを示します。
[CRLF]　：ターミネータを示します。
［ ］　：カッコ内を入力することを示します。必ず入力します。
（ ）　：カッコ内を入力することを示します。省略可能です。

ＡＲＧ　：全メモリレジスタの参照

【フォーマット】
　@ＡＲＧ[CRLF]

【レスポンス】
　Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー

　ＲＥＧ００：００Ｈ[CRLF]　：正常時はレジスタ設定値
　ＲＥＧ０１：０２Ｈ[CRLF]
　ＲＥＧ０３：Ａ０Ｈ[CRLF]
　：
　ＲＥＧ１５：００Ｈ[CRLF]

【機能】
・全てのメモリレジスタの内容を参照します。値は１６進数で出力します。

ＢＣＬ　：送受信バッファクリア

【フォーマット】
　@ＢＣＬ[CRLF]

【レスポンス】
　Ｐ０[CRLF]　：正常終了
　Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー

【機能】
・送信バッファおよび受信バッファの内容をクリアします。

ＣＯＮ　：無線回線接続

【フォーマット】

@ＣＯＮ（：宛先アドレス）[CRLF]

宛先アドレス：接続したい無線モデムのアドレス（０００～２３９）を設定します。

【レスポンス】

Ｐ０[CRLF]	：正常終了
Ｐ１[CRLF]	：コマンド受理、回線接続中
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]	：回線接続失敗（応答なし）
Ｎ３[CRLF]	：回線接続失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・データ透過モードで無線回線の接続を要求します。要求する相手はコマンドで指定した場合はそのアドレスになります。コマンドで指定しなかった場合はＲＥＧ０２で示されるアドレスになります。
・接続要求パケットはＲＥＧ０８で指定された接続要求回数の範囲内で、応答があるまで送信を繰り返します。接続要求回数まで送信しても応答がなかった場合、回線接続失敗レスポンスを返します。

ＤＡＳ　：宛先アドレスの参照と設定

【フォーマット】

@ＤＡＳ（：宛先アドレス）[CRLF]

宛先アドレス：設定したい無線モデムのアドレス（０００～２３９）を入力します。

【レスポンス】

ｘｘｘ[CRLF]	：現在の宛先アドレス（参照のとき）
Ｐ０[CRLF]	：正常終了（設定のとき）
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー

【機能】
・無線回線を接続する相手のアドレスを参照または設定します。コマンドのみを入力すると現在の設定を参照できます。アドレスまで入力すると宛先アドレスをそのアドレスに設定します。
・本コマンドによる設定は一時的です。リセットするとＲＥＧ０２の設定に戻ります。

ＤＢＭ　：受信強度の読み出し

【フォーマット】

@ＤＢＭ[CRLF]

【レスポンス】

－ＸＸＸｄＢｍ[CRLF]	：受信強度
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー

【機能】
・受信した電波の強度をｄＢｍに換算して出力します。
・値が大きいほど電波が強く、受信状態が良好であることを示します。（受信強度はマイナスであることに注意）

・出力値には誤差がありますので参考値とお考えください。
・リセット直後は－０００ｄＢｍと表示します。回線切断中は直前に受信した電波の強度を保持しています。

ＤＢ２　：現在の受信強度の読み出し

【フォーマット】

＠ＤＢ２[CRLF]

【レスポンス】

－ＸＸＸｄＢｍ[CRLF]	：受信強度
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー

【機能】
・現在のノイズや妨害波の受信強度をｄＢｍに換算して出力します。
・出力値には誤差がありますので参考値とお考えください。

ＤＣＮ　：無線回線切断

【フォーマット】

＠ＤＣＮ[CRLF]

【レスポンス】

Ｐ０[CRLF]	：正常終了
Ｐ１[CRLF]	：コマンド受理、回線切断中
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]	：切断失敗（応答なし）

【機能】
・データ透過モードで現在接続している相手モデムに対し無線回線の切断を要求します。
・切断失敗レスポンスの場合でも無線回線は切断されます。

ＦＲＱ　：周波数グループの参照と設定

【フォーマット】

＠ＦＲＱ（：周波数グループ）[CRLF]

周波数グループ：周波数の分割方法とグループ番号の組み合わせ

表 10：周波数グループ

分割方法	グループ内容	選択可能なグループ番号
A	周波数固定モード	０７～４６
B	２波２０グループモード	０１～２０
C	３波１３グループモード	０１～１３
D	５波８グループモード	０１～０８

【レスポンス】

ｘｘｘ[CRLF]	：現在の周波数グループ設定値（参照のとき）
Ｐ０[CRLF]	：正常終了（設定のとき）
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー

【機能】
・周波数グループの分割方法とグループ番号を参照または設定します。
・コマンドのみを入力すると現在の設定値を参照できます。周波数グループまで入力すると新しく周波数グループを設定します。
・分割方法Aのみグループ番号とチャンネル番号を一致させるため、変則的です。
・無線回線接続中は設定できません。
・本コマンドによる設定は一時的です。リセットすると、ＲＥＧ０３の設定に戻ります。

ＩＮＩ　:メモリレジスタの初期化

【フォーマット】
　　@ＩＮＩ[CRLF]

【レスポンス】
　　Ｐ０[CRLF]　　:正常終了
　　Ｎ０[CRLF]　　:コマンドエラー

【機能】
・全てのメモリレジスタの内容を工場出荷時の値に初期化し、初期値の条件で動作開始します。

ＰＡＳ　:リピータアドレスの参照と設定

【フォーマット】
　　@ＰＡＳ（:リピータアドレス:リピータアドレス）[CRLF]

　　リピータアドレス　:経由するリピータアドレス（左３桁が１段目、右３桁が２段目）
　　　　０００～２５５
　　　　１段しか使用しない時は２段目は２５５をいれます。

【レスポンス】
　　ＸＸＸ:ＸＸＸ[CRLF]　:リピータアドレス　左３桁が１段目、右３桁が２段目（参照のとき）
　　Ｐ０[CRLF]　　:正常終了（設定のとき）
　　Ｎ０[CRLF]　　:コマンドエラー

【機能】
・ヘッダレスストリームモードで経由するリピータのアドレスを参照または設定します。
・ＰＡＳコマンドは一時的です。

ＲＥＧ　:メモリレジスタの参照と設定

【フォーマット】
　　@ＲＥＧ［レジスタ番号］（:設定値）[CRLF]

　　レジスタ番号:メモリレジスタ番号（００～１５）を入力します。
　　　　設定値:設定したい値を入力します。
　　　　　　１０進数３桁または１６進数２桁＋末尾Ｈで入力できます。

【レスポンス】
　　ｘｘＨ[CRLF]　　:現在の設定値（参照のとき）
　　Ｐ０[CRLF]　　:正常終了（設定のとき）
　　Ｎ０[CRLF]　　:コマンドエラー
　　Ｎ１[CRLF]　　:メモリレジスタ書きこみエラー

【機能】
・メモリレジスタの内容を参照または設定します。
・設定値を省略した場合は現在の設定値を参照できます。設定値を入力した場合はメモリレジスタの値を書き換えます。
・設定値はリセット後に有効になります。

ＲＮＯ　：再送回数／接続要求回数の参照と設定

【フォーマット】
＠ＲＮＯ（：再送回数）［CRLF］

再送回数　　：最大再送回数（０００から２５５）

【レスポンス】
ｘｘｘ［CRLF］　：現在の設定値（参照のとき）
Ｐ０　［CRLF］　：コマンド終了（設定のとき）
Ｎ０［CRLF］　：コマンドエラー

【機能】
・送信失敗と判断するまでに再送を試みる回数を参照または設定します。
・コマンドのみを入力すると、現在の設定値を参照できます。
・本コマンドによる設定は一時的です。リセットするとＲＥＧ０８の値に戻ります。

ＲＳＴ　：リセット

【フォーマット】
＠ＲＳＴ［CRLF］

【レスポンス】
Ｐ０［CRLF］　：正常終了
Ｎ０［CRLF］　：コマンドエラー

【機能】
・本無線モデムを電源ＯＮの状態にソフトウエアリセットします。本コマンドを入力前にメモリレジスタを書き換えた場合は、書き換えた設定が有効になります。また、ＤＡＳやＦＲＱなどの一時的なコマンドの設定は無効になります。

ＳＡＳ　：自局（送信元）アドレスの参照と設定

【フォーマット】
＠ＳＡＳ（：設定値）［CRLF］

設定値　　：設定したいアドレス（０００～２５４）を入力します。

【レスポンス】
ｘｘｘ［CRLF］　：現在の設定値（参照のとき）
Ｐ０［CRLF］　：正常終了（設定のとき）
Ｎ０［CRLF］　：コマンドエラー

【機能】
・データ透過モードおよびヘッダレスストリームモードで無線モデムの自局（送信元）アドレスを参照または設定します。
・コマンドのみを入力すると現在の設定値を参照できます。
・本コマンドによる設定は一時的です。リセットするとＲＥＧ００の値に戻ります。

ＳＴＳ　：回線接続状況

【フォーマット】

＠ＳＴＳ[CRLF]

【レスポンス】

Ｃｘｘｘ[CRLF]　：アドレスｘｘｘと回線接続中
Ｄ[CRLF]　：回線切断中
Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー

【機能】

・データ透過モードで無線回線が接続中か切断中かを報告します。

ＴＢＮ　：バイナリモードのパケット送信

【フォーマット】

＠ＴＢＮ［宛先アドレス］［メッセージバイト数］［メッセージ］［CRLF］

宛先アドレス　：宛先の無線モデムアドレス（０００～２５５）
メッセージバイト数　：メッセージのバイト数（００１～０３１）
メッセージ　：任意のバイナリデータ（３１バイト以下）

【レスポンス】

Ｐ０[CRLF]　：正常終了
Ｐ１[CRLF]　：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]　：データ送信失敗（宛先無線モデムの応答なし）
Ｎ２[CRLF]　：データ送信失敗（宛先無線モデムがバッファフル）
Ｎ３[CRLF]　：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】

・パケット送信モードでバイナリデータを送信します。
・メッセージ長は１から３１バイトまで任意の長さが使用できます。
・無線モデムはメッセージバイト数をカウントし、メッセージを送信します。
・複数の無線モデムに同報通信を行う場合は、宛先アドレスに２５５を設定してください。この場合無線モデムはあらかじめＲＥＧ０８で設定されている再送回数＋１回の送信を行い、Ｐ０レスポンスを返します。

ＴＢ１　：リピータ１段経由のバイナリモードの送信

【フォーマット】

＠ＴＢ１[リピータアドレス][宛先アドレス][メッセージバイト数][メッセージ][CRLF]

リピータアドレス　：経由するリピータのアドレス（０００～２５４）
宛先アドレス　：宛先の無線モデムアドレス（０００～２５５）
メッセージバイト数　：メッセージのバイト数（００１～０３１）
メッセージ　：任意のバイナリデータ（１～３１バイト）

【レスポンス】

Ｐ０[CRLF]　：正常終了
Ｐ１[CRLF]　：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]　：データ送信失敗（宛先無線モデムの応答なし）

Ｎ２[CRLF]　：データ送信失敗（相手がバッファフル）
Ｎ３[CRLF]　：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・ パケット送信モードでバイナリデータをリピータ経由で送信します。
・ リピータアドレスと宛先アドレスが一致した場合はリピータアドレスが２５５と見なされます。

ＴＢ２　：リピータ２段経由のバイナリモードの送信

【フォーマット】
@ＴＢ２[リピータアドレス１][リピータアドレス２][宛先アドレス]
[メッセージバイト数][メッセージ][CRLF]

リピータアドレス　：経由するリピータのアドレス（０００～２５４）
宛先アドレス　：宛先の無線モデムアドレス（０００～２５５）
メッセージバイト数　：メッセージのバイト数（００１～０３１）
メッセージ　：任意のバイナリデータ（1～３１バイト）

【レスポンス】
Ｐ０[CRLF]　：正常終了
Ｐ１[CRLF]　：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]　：データ送信失敗（宛先無線モデムの応答なし）
Ｎ２[CRLF]　：データ送信失敗（相手がバッファフル）
Ｎ３[CRLF]　：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・ パケット送信モードでバイナリデータをリピータ経由で送信します。
・ リピータアドレスと宛先アドレスが一致した場合はリピータアドレスが２５５と見なされます。

ＴＳ２　：通信品質の測定

【フォーマット】
@ＴＳ２（：宛先アドレス）[CRLF]

宛先アドレス：テストしたい相手のアドレス（０００～２５４）を入力します。

【レスポンス】
Ｐ０[CRLF]　：コマンド受付
Ｃｏｎｎｅｃｔ[CRLF]　：接続
ＢＥＲ＝　ｘ．ｘＥ－ｘ　ＰＷＲ＝　－ｘｘｘｄＢｍ[CRLF]
：測定結果（約１．２秒に１回出力します）
Ｄｉｓｃｏｎｎｅｃｔ[CRLF]　：切断
Ｎ０[CRLF]　：コマンドエラー

【機能】
・ 無線回線の通信品質を測定します。
・ コマンドで相手のアドレスを指定した場合はそのアドレスに接続要求します。コマンドのみを入力した場合はＲＥＧ０２で指定されるアドレスに接続要求します。
注意：送信コマンドやＤＡＳコマンドでアドレスが指定された場合はそれが優先されます。

・ 相手の無線モデムは接続要求を受けると自動的にＴＳ２コマンドの状態に入ります。
・ コマンドを入力した無線モデムをＴＳ２マスターと呼び、相手の無線モデムをＴＳ２スレーブと呼びます。ＴＳ２スレーブは初期設定ではレスポンスを出しませんが、ＲＥＧ１１：ビット６の設定で出力するようにもできます。
・ ＴＳ２コマンドによる接続は、ＲＥＧ１１：ビット０の設定によらず常にアドレスチェックが行なわれます。
・ ５パケット連続して受信失敗した場合は通信回線が切断されますが、ＴＳ２マスターは接続要求を出しつづけます。
・ リセットまたは電源を切断するまで測定結果が出力されつづけます。
・ 本コマンドは無線機を特殊なモードに遷移するため、ＲＳＴコマンド以外はコマンドエラーになるか不正なレスポンスを出力することがあります。

【測定方法】
・ ＴＳ２では２台の無線モデムがＰＮ９と呼ばれる擬似雑音データを互いに送受信して、１パケット受信するたびにビットエラー率（ＢＥＲ）と受信強度（ＰＷＲ）を出力します。
・ １パケットあたりのＰＮ９データは２００ビットです。従って、１ビットエラーは０．５Ｅ－２と表示されます。受信そのものを失敗した場合は半分エラーと見なし５．０Ｅ－１と表示されます。
・ 受信強度はＤＢＭコマンドで出力されるものと同じです。出力値には誤差がありますので参考値とお考えください。

【注意】
・ 接続相手を切り替えながら測定するときは、ＲＳＴコマンドにより接続を切ってから１０秒以上の間隔を空けて次の測定を行なってください。この時間が短いとＴＳ２スレーブ同士が接続してしまうことがあります。

ＴＸＴ　：テキストモードのパケット送信

【フォーマット】

@ＴＸＴ［宛先アドレス］［メッセージ］［CRLF］

宛先アドレス　：宛先の無線アドレス（０００～２５５）
メッセージ　：任意のテキストデータ（３１バイト以下）

【レスポンス】

Ｐ０［CRLF］　：正常終了
Ｐ１［CRLF］　：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０［CRLF］　：コマンドエラー
Ｎ１［CRLF］　：データ送信失敗（宛先無線モデムの応答なし）
Ｎ２［CRLF］　：データ送信失敗（相手がバッファフル）
Ｎ３［CRLF］　：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・パケット送信モードでテキストデータを送信します。
・メッセージ長は１から３１バイトまで任意の長さが使用でき[CRLF]によりデータ入力の終了を認識します。
・複数の無線モデムに同報通信を行う場合は、宛先アドレスに２５５を設定してください。この場合無線モデムはあらかじめＲＥＧ０８で設定されている再送回数＋１回の送信を行い、Ｐ０レスポンスを返します。

ＴＸ１　：リピータ１段経由テキストモードのパケット送信

【フォーマット】

@ＴＸ１［リピータアドレス］［宛先アドレス］［メッセージ］［CRLF］

リピータアドレス　：経由するリピータアドレス（０００～２５４）
宛先アドレス　：宛先の無線アドレス（０００～２５５）
メッセージ　：任意のテキストデータ（１～３１バイト）

【レスポンス】

Ｐ０[CRLF]	：正常終了
Ｐ１[CRLF]	：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]	：データ送信失敗（宛先無線モデムの応答なし）
Ｎ２[CRLF]	：データ送信失敗（相手がバッファフル）
Ｎ３[CRLF]	：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・パケット送信モードでテキストデータをリピータ経由で送信します。
・リピータアドレスと宛先アドレスが一致した場合はリピータアドレスが２５５と見なされます。

ＴＸ２　：リピータ２段経由テキストモードのパケット送信

【フォーマット】

＠ＴＸ２［リピータアドレス１］［リピータアドレス２］［宛先アドレス］［メッセージ］[CRLF]

リピータアドレス	：経由するリピータアドレス（０００～２５４）
宛先アドレス	：宛先の無線アドレス（０００～２５５）
メッセージ	：任意のテキストデータ（１～３１バイト）

【レスポンス】

Ｐ０[CRLF]	：正常終了
Ｐ１[CRLF]	：コマンド受理、データ送信中
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー
Ｎ１[CRLF]	：データ送信失敗（宛先無線モデムの応答なし）
Ｎ２[CRLF]	：データ送信失敗（相手がバッファフル）
Ｎ３[CRLF]	：データ送信失敗（キャリアセンスで送信できなかった）

【機能】
・パケット送信モードでテキストデータをリピータ２段経由で送信します。
・リピータアドレスと宛先アドレスが一致した場合はリピータアドレスが２５５と見なされます。

ＶＥＲ　：バージョン情報

【フォーマット】

＠ＶＥＲ[CRLF]

【レスポンス】

Ｖｅｒｓｉｏｎ　ｘｘｘｘ[CRLF]	：バージョン表示
Ｎ０[CRLF]	：コマンドエラー

【機能】
・本無線モデムのプログラムバージョンを読み出します。

7. メモリレジスタ

　メモリレジスタは本無線モデムの動作条件、通信パラメータを設定・記憶するレジスタです。電源が投入されるとメモリレジスタの値を読み込んで設定した条件で動作を開始します。

7.1　メモリレジスター覧

本無線モデムは以下の１６個のメモリレジスタを持っています。

表 11 : メモリレジスター覧

レジスタ番号	機能	初期値	初期値の意味
ＲＥＧ００	自局（送信元）アドレス	０００	０番地
ＲＥＧ０１	ＩＤコード	０００	０番地
ＲＥＧ０２	宛先アドレス	０００	０番地
ＲＥＧ０３	周波数グループ	１７Ｈ	固定周波数２３番
ＲＥＧ０４	バッファデータタイムアウト	０３０	３０秒
ＲＥＧ０５	無線回線接続タイムアウト データ入力タイムアウト	０００	自動切断しない（ﾃﾞｰﾀ透過ﾓｰﾄﾞ） ﾀｲﾑｱｳﾄしない（ﾍｯﾀﾞﾚｽｽﾄﾘｰﾑﾓｰﾄﾞ）
ＲＥＧ０６	コマンド認識インターバル	０００	０秒
ＲＥＧ０７	コマンド入力タイムアウト	０５０	５秒
ＲＥＧ０８	接続要求回数・再送回数	００５	５回
ＲＥＧ０９	リピータ１段目アドレス	ＦＦＨ	リピータを使用しない
ＲＥＧ１０	リピータ２段目アドレス	ＦＦＨ	リピータを使用しない
ＲＥＧ１１	無線通信モード	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１２	有線通信モード	０５Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１３	その他設定	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１４	ヘッダレスストリームモードの設定	００Ｈ	本文参照
ＲＥＧ１５	ターミネータ	０ＤＨ	キャラクタＣＲ

初期値の末尾記号の意味　　記号なし：１０進数
Ｈ　　　：１６進数

7.2 メモリレジスタの詳細

ＲＥＧ００：自局（送信元）アドレス

・無線モデムの機器アドレスを設定します。０００～２５４の設定が可能です。
・送信されるパケットにこのアドレスが付加されているので、受信側でアドレスをチェックすることができます。

ＲＥＧ０１：ＩＤコード

・ＩＤコードは、互いに同一のシステム内で通信していることを識別するためのコードで、他のシステムとの誤接続を防止するために使用します。
・０００～２５５の設定が可能です。同一のシステムは全ての無線モデムに同じ値を設定してください。
・送信されるパケットはこのＩＤコードをシードとするスクランブルをかけることにより、ＩＤコードが一致しない無線モデムは正しく受信することができません。

ＲＥＧ０２：宛先アドレス

・データ透過モードとヘッダレスストリームモードにおいて、通信相手となる無線モデムのアドレスを設定します。０００～２５５の設定が可能です。
・ＤＡＳコマンドでアドレスを指定した場合はそのアドレスが優先されます。
・送信されるパケットにこのアドレスが付加されているので、受信側でアドレスをチェックすることができます。

ＲＥＧ０３：周波数グループ

・周波数グループを設定します。

ビット７～６：分割方法

表 12：分割方法

ビット７	ビット６	設定
0	0	分割方法Ａ（周波数固定モード）
0	1	分割方法Ｂ（２波２０グループモード）
1	0	分割方法Ｃ（３波１３グループモード）
1	1	分割方法Ｄ（５波８グループモード）

・４０波の周波数をどのようにグループ化するかを設定します。設定した分割方法に応じて周波数が割り当てられ、グループ内の周波数でマルチアクセスします。
・マルチアクセスできる周波数が多いと妨害波やフェージングに対して強くなりますが、多くの周波数をセンシングするために回線接続時間が長くなります。

ビット５～０：グループ番号

・グループ番号を設定します。６桁の２進数で設定します。
・設定可能なグループ番号は分割方法により異なります。０を設定した場合は１とみなされます。設定可能な番号よりも大きな数値を設定した場合はその分割方法の最大の番号とみなされます。
・分割Ａ（周波数固定）の場合はグループ番号０～６を指定した場合はグループ番号７と見なされます。

ＲＥＧ０４：バッファデータタイムアウト

・データ透過モードおよびヘッダレスストリームモードでバッファの内容が変化しないときに、バッファの内容をクリアするまでの時間を設定します。
・１秒から２５５秒まで設定できます。０秒を設定した場合はクリアしません。
・タイムアウト時間が短いと無線回線の接続待ちやフロー制御中にバッファの内容がクリアされる恐れがあります。

ＲＥＧ０５：無線回線接続タイムアウト

⑴ データ透過モードの場合

・ データ透過モードの自動接続・切断モードで無線モデムのバッファの内容が変化しないときに、通信が終了したと判断して無線回線を切断するまでの時間を設定します。
・ １秒から２５５秒まで設定できます。０秒を設定した場合は無線回線を切断しません。ＤＣＮコマンドで回線を切断してください。

⑵ ヘッダレスストリームモードの場合

・ ヘッダレスストリームモードで、データ入力が終了したと判断する無入力の時間を設定します。この時間以上無入力が続くとデータの入力が終了したとみなして送信を開始します。
・ １０ｍｓ～２５５０ｍｓまで１０ｍｓ単位で設定できます。
・ ０を設定した場合はタイムアウトしません。ターミネータが有効になります。

ＲＥＧ０６：コマンド認識インターバル

・ メッセージデータの中に「＠」キャラクタ（コマンドヘッダ）が含まれる場合、それ以後のデータはコマンドとして扱われてしまい、メッセージが正しく送信されません。
・ このような問題に対応するために、通常のデータとコマンドヘッダを区別するために必要な無入力時間を設定します。コマンドを入力する場合は、この設定以上の時間を空けてから入力してください。
・ １０ｍｓ～２５５０ｍｓまで１０ｍｓ単位で設定できます。０秒を設定した場合はコマンドヘッダを全て認識します。
・ コマンドヘッダとしてブレーク信号を使用する場合は本設定は無効です。常にコマンド認識します。

ＲＥＧ０７：コマンド入力タイムアウト

・ コマンドヘッダが入力されてコマンド入力待ちになったときに、コマンド入力が終了したと判断するまでの時間を設定します。
・ このタイムアウト時間は、コマンドヘッダとそれに続くキャラクタ間、および各キャラクタ間の両方に適用されます。
・ ０．１秒から２５．５秒まで設定できます。０秒を設定した場合はタイムアウトしません。
・ コマンドヘッダがブレーク信号でも有効です。

ＲＥＧ０８：接続要求回数・再送回数

⑴ データ透過モードの場合

・ 無線回線を接続するために接続要求パケットを送信する場合に、応答がないと判断する最大の再送回数を設定します。
・ ０回から２５５回まで設定できます。

⑵ パケット送信モード・ヘッダレスストリームモードの場合

・ 相手から応答がないと判断する最大の再送回数を設定します。０回～２５５回まで設定できます。
・ 最大再送回数を超えた場合はエラーレスポンスを返します。
・ ただし、同報通信の場合は必ず指定回数の再送を繰り返し、送信成功レスポンスを返します。

ＲＥＧ０９：リピータ１段目アドレス

・ ヘッダレスストリームモードで、１段目のリピータのアドレスを設定します。
・ アドレスは０００～２５４が設定できます。
・ ２５５を設定した場合はリピータを使用しません。
・

ＲＥＧ１０：リピータ２段目アドレス

・ ヘッダレスストリームモードで、２段目のリピータのアドレスを設定します。
・ アドレスは０００～２５４が設定できます。
・ ２５５を設定した場合はリピータを使用しません。

ＲＥＧ１１：無線通信モード

ビット７：リザーブ

・ 本無線モデムでは使用しません。必ず０を設定してください。

ビット６：ＴＳ２レスポンスの出力

表 13：ＴＳ２レスポンスの出力

0	ＴＳ２スレーブはレスポンスを出力しない （初期値）
1	ＴＳ２スレーブもレスポンスを出力する

・ 通信品質測定コマンドＴＳ２はマスター側だけにコマンドを入力すれば良いので、スレーブ側は現地に設置した状態で測定できます。しかし、スレーブ側は外部機器に接続されたままになるため、不要なデータを外部機器に出力しないようにしています。
・ 必要に応じて本ビットを設定すると、ＴＳ２スレーブ側でも測定結果を得ることができます。

ビット５：アドレス出力

表 14：アドレス出力

0	接続／切断時にアドレスを出力しない （初期値）
1	接続／切断時にアドレスを出力する

・ データ透過モードで接続時または切断時に相手のアドレスを出力するかどうかを設定します。
・ 接続要求を受ける側の外部機器に接続したこと、または切断したことを知らせます。
・ なお、相手が受信できなくなってタイムアウトした場合もアドレスを出力します。
・ 出力のフォームは 接続時 Ｃｘｘｘ[CRLF]
切断時 Ｄｘｘｘ[CRLF] （ただし、ｘｘｘは相手局のアドレス）

ビット４：オートクリア

表 15：オートクリア

0	回線が切れても送信バッファのデータは保持する（初期値）
1	回線が接続するときに送信バッファをクリアする

・ データ透過モードで回線が接続するときに送信バッファのデータをクリアするかどうかを設定します。
・ リアルタイムのデータを送る場合には、回線が切れている間に溜まったデータは不要な場合があります。このような場合は本ビットを１に設定すると、回線がつながったときに古いデータをクリアすることができます。

ビット３～２：最大送信バイト数・受信プロトコル
(1) データ透過モードの場合

表 16 : 最大送信バイト数

ビット３	ビット２	設定
0	0	１０バイト（初期値）
0	1	２０バイト
1	0	３１バイト
1	1	設定しないでください

・ 送信パケットに含まれるメッセージデータの最大バイト数を設定します。
・ 最大送信バイト数が大きいと符号化率（パケットの長さに占める有効データの割合）を高くできるのでスループットが向上しますが、電波環境が悪いときには送信失敗になる可能性が高くなります。

(2) パケット送信モードの場合

表 17 : 受信プロトコル

ビット３	ビット２	設定
0	0	送信元と同じプロトコルで受信（初期値）
0	1	パケット送信モードで受信
1	0	ヘッダレスストリームモードで受信
1	1	送信元とは逆のプロトコルで受信

・ パケット送信モードで受信するか、ヘッダレスストリームモードで受信するかを設定します。
・ 受信パケットを判断して受信ヘッダを付加するかどうかを決定します。

ビット１：接続モード

表 18 : 接続モード

0	コマンド接続・切断モード（初期値）
1	自動接続・切断モード

・ データ透過モードで、無線回線の接続方法を設定します。
・ コマンド接続・切断モードは、回線の接続・切断をコマンドで行います。接続コマンドで相手のアドレスを指定できるので、１対N接続に対応しています。
・ 自動接続・切断モードは、送信バッファにデータが入ると自動的に無線回線を接続し、指定された時間以上データに変化がない場合に自動的に無線回線を切断します。

ビット０：宛先アドレスチェック

表 19 : 宛先アドレスチェック

0	受信時にアドレスチェックしない（初期値）
1	受信時にアドレスチェックする

・ 受信したパケットには宛先アドレスが入っていますが、アドレスチェックを行う場合はこのアドレスが自局アドレスと一致しない場合は通信できません。
・ 本無線モデムを３台以上で使用する場合は必ずアドレスチェックを有効にしてください。アドレスチェックしないと複数のモデムから応答が返り、混信により通信不能となる場合があります。

ＲＥＧ１２：有線通信モード

ビット７：リザーブ

・ 本無線モデムでは使用しません。必ず０を設定してください。

ビット６：データ長

表 20 : データ長

０	８ビットデータ（初期値）
１	７ビットデータ

ビット５：パリティビット

表 21 : パリティビット

０	パリティなし（初期値）
１	パリティあり

ビット４：偶数／奇数パリティ

表 22 : パリティ

０	偶数パリティ（初期値）
１	奇数パリティ

ビット３：ストップビット

表 23 : ストップビット

０	１ストップビット（初期値）
１	２ストップビット

ビット２～０：ボーレート

表 24 : ボーレート

ビット２	ビット１	ビット０	設定
０	０	０	３００ｂｐｓ
０	０	１	６００ｂｐｓ
０	１	０	１２００ｂｐｓ
０	１	１	２４００ｂｐｓ
１	０	０	４８００ｂｐｓ
１	０	１	９６００ｂｐｓ（初期値）
１	１	０	１９２００ｂｐｓ
１	１	１	リザーブ

ＲＥＧ１３：その他の設定

ビット７：プロトコル

表 25：プロトコル

0	データ透過モード　（初期値）
1	パケット送信モード／ヘッダレスストリームモード

- 通信プロトコルを設定します。
- パケット送信モードとヘッダレスストリームは共存します。

ビット６：同報通信の受信

表 26：同報通信

0	同報通信を受信する　（初期値）
1	同報通信を受信しない

- パケット送信モード、ヘッダレスストリームモードで、同報通信を受信するかどうかを設定します。
- リピータは常に同報通信を受信します。

ビット５：リザーブ

- 本無線モデムでは使用しません。必ず０を設定してください。

ビット４：信号線の透過

表 27：信号線の透過

0	信号線を透過しない　（初期値）
1	信号線を透過する

- ＲＳ２３２の信号線ＤＴＲを通信相手のＤＳＲに透過するかどうかを設定します。
- 透過するときのＤＳＲの初期値はＯＮです。
- 透過しない場合はＤＳＲは常時ＯＮです。

ビット３：リザーブ

- 本無線モデムでは使用しません。必ず０を設定してください。

ビット２：コマンドヘッダ

表 28：コマンドヘッダ

0	コマンドヘッダとしてキャラクタ＠を使用する（初期値）
1	コマンドヘッダとしてブレーク信号を使用する

- コマンドヘッダを何にするか設定します。
- 標準ではキャラクタ＠がコマンドヘッダに設定されていますが、特定のキャラクタをコマンドヘッダにしたくないことがあります。このような場合にコマンドヘッダをブレーク信号にします。

ビット１：フロー制御方法

表 29：フロー制御方法

0	ハードウエアフロー制御（初期値）
1	ソフトウエアフロー制御

ビット０：フロー制御

表 30：フロー制御

0	フロー制御を使用する（初期値）
1	フロー制御を使用しない

ＲＥＧ１４：ヘッダレスストリームモードの設定

ビット７：送信トリガの設定２

表 31：送信トリガの設定２

0	タイムアウトモードとターミネータモードは別
1	タイムアウトモードとターミネータモードが両立（初期値）

・ タイムアウトモードとターミネータモードを両立するかどうかを設定します。
・ 本ビットを１に設定してもＲＥＧ０５が０の場合はターミネータモードだけが機能します。

ビット６～５：リザーブ
・ 本無線モデムでは使用しません。必ず０を設定してください。

ビット４：通信経路２

表 32：通信経路の設定２

0	メモリレジスタに従う　　（初期値）
1	受信パケットの経路をなぞる

・ 通信経路を受信パケットの経路に従うかどうかを設定します。
・ １の設定は経路を特定せずに、パケットを受信すると経路を決定します。パケットを受信するたびに新しい経路が設定されますので複数の相手と通信することができます。
・ 受信エラーの時はセットしません。リセットすればメモリレジスタの設定に戻ります。

ビット３：送信トリガの設定

表 33：送信トリガの設定

0	３１バイト以上で送信する　　（初期値）
1	送信トリガが発生するまで送信しない

・ データが３１バイト以上入力された場合に送信するかどうかを指定します。
・ 本設定をおこなうとフロー制御がおこなわれなくなりますのでバッファのオーバーフローに注意願います。オーバーフローしたデータは失われます。

ビット２：ＣＲＬＦの追加と削除

⑴ヘッダレスストリームモードで受信の場合

表 34：ＣＲＬＦ追加と削除

0	受信データにＣＲＬＦコードを追加しない　（初期値）
1	受信データにＣＲＬＦコードを追加する

- ヘッダレスストリームモードでは、データの透過性を高めるために受信データには通常のパケット送信モードに見られるような受信ヘッダやＣＲＬＦコードを付加しません。
- しかし、パケット送信モードからのパケットを受信した場合は、送信パケットにＣＲＬＦコードが含まれないので本来必要なＣＲＬＦコードが出力されません。
- このようなとき、本設定をおこなうと受信パケットにＣＲＬＦコードが付加されて出力します。

⑵パケット送信モードで受信の場合

表 35：ＣＲＬＦ追加と削除

0	受信データにＣＲＬＦコードを追加する　（初期値）
1	受信データにＣＲＬＦコードを追加しない

- パケット送信モードでは受信したデータにＣＲＬＦコードを付加して外部インターフェースに出力します。
- しかし、ヘッダレスストリームモードからのパケットを受信した場合は、送信パケットにターミネータ（標準でＣＲＬＦコード）が含まれているのでＣＲＬＦコードが２重に出力されてしまいます。
- このようなとき、本設定をおこなうとＣＲＬＦコードの２重出力を防止できます。

ビット１：送信フォーマット

表 36：送信フォーマット

0	テキストフォーマットで送信する　（初期値）
1	バイナリフォーマットで送信する

- パケット送信モードの無線モデムに向けて送信した場合に、相手モデムが出力する受信ヘッダ（ＲＸＴ・・・など）を指定します。
- ヘッダレスストリームモードで受信する場合はこの設定は意味を持ちません。

ビット０：ターミネータ

表 37：ターミネータの設定

0	キャリッジリターン（ＣＲ）＋ラインフィード（ＬＦ）　（初期値）
1	任意の１バイトコード（ＲＥＧ１５）

- パケットの区切りを識別するターミネータを設定します。
- ヘッダレスストリームモードでは、ターミネータが入力されるとパケットの区切りと判断し送信を行ないます。ただし、ＲＥＧ０５：データ入力タイムアウトが設定されているとターミネータが入力されても送信されません。

ＲＥＧ１５：ターミネータ

- ヘッダレスストリームモードで任意のターミネータを設定します。

8.　一般仕様

8.1　無線部

項目	内容
・技術基準	：ＡＲＩＢ標準規格　ＳＴＤ－Ｔ６７無線設備適合 認証番号　００１YWA１０６３
・電波形式	：Ｆ１Ｄ
・拡散符号	：バーカー系列（符号長１１）
・空中線電力	：１０ｄＢｍ（１０mW）
・アンテナ	：２．１４ｄＢｉ（1／２λアンテナ）
・通信方式	：単信通信方式
・無線周波数帯	：４２９．２５０MHｚ～４２９．７３７５MHｚ
・チャンネル間隔	：１２．５ｋHｚ
・チャンネル数	：４０波
・周波数運用形態	：固定モードまたはグループモード
・データ変調速度	：約４３０ｂｐｓ
・発振方式	：ＰＬＬシンセサイザ方式
・サービスエリア	：山間地域で　５００m以上　（１０００m　弊社の確認した参考値） 田園地域で　１２００m以上　（２５００m　同上） 見とおしで　３０００m以上　（６０００m　同上） 以上は全てアンテナ高さが２mの値です。

8.2　通信制御

項目	内容
・無線通信プロトコル	：データ透過モード パケット送信モード ヘッダレスストリームモード リピータモード
・誤り検出機能	：ＣＲＣ－ＣＣＩＴＴ（１６ビット）
・誤り訂正機能	：ＡＲＱ（自動再送要求）
・マルチアクセス機能	：グループ内の良好な周波数チャンネルで回線を接続

8.3　外部インターフェース

項目	内容
・技術基準	：ＪＡＴＥ　技術基準適合認定 認定番号　Ｄ01－０７８７ＪＰ
・物理インターフェース	：Dサブ　９ピン　オスコネクタ
・インターフェース仕様	：ＲＳ－２３２Ｃ（ＤＣＥモード）
・通信方式	：全２重または半２重方式
・同期方式	：調歩同期（非同期）方式
・送受信バッファ	：ＴＸ　２０４８バイト RX　８９６バイト
・ボーレート	：３００／６００／１２００／２４００／４８００／９６００／１９２００ｂｐｓ
・フロー制御	：ソフトフロー／ハードフロー
・データ長	：７ビット／８ビット
・ストップビット	：１ビット／２ビット
・パリティ	：偶数／奇数／無し

8.4　電源

項目	内容
・電源電圧	：ＤＣ９Ｖ～１５Ｖ
・消費電流	：１６０mA以下（電源電圧　１２Ｖ時）

8.5　環境特性

・温度条件　：性能保証温度範囲　周囲温度：－１０～５０℃
　動作保証温度範囲　周囲温度：－２０～６０℃
　保存温度範囲　周囲温度：－２０～７０℃

※『性能保証』とは電気的特性における規格値を保証することをいいます。

※『動作保証』とは電気的特性における規格値は保証しないが、暴走、リセット、動作停止等の動作異常、あるいはデバイス等の破壊を生じないことをいいます。

・使用湿度範囲　：９０％ＲＨ以下（結露無きこと）
・保存湿度範囲　：９０％ＲＨ以下（結露無きこと）
・耐振動性　：２0m／s^2、10～150Hz、10サイクル　（ＪＩＳ－Ｃ－６００６８－２－６）
・耐衝撃性　：３00m／s^2　（ＪＩＳ－Ｃ－６００６８－２－２７）

8.6　その他

・ケース材質　：アルミ（アルマイト処理）
・外形寸法　：９０(W)×９０(D)×４９４(H)ｍｍ
・重量　：約８００ｇ

9. 外観図

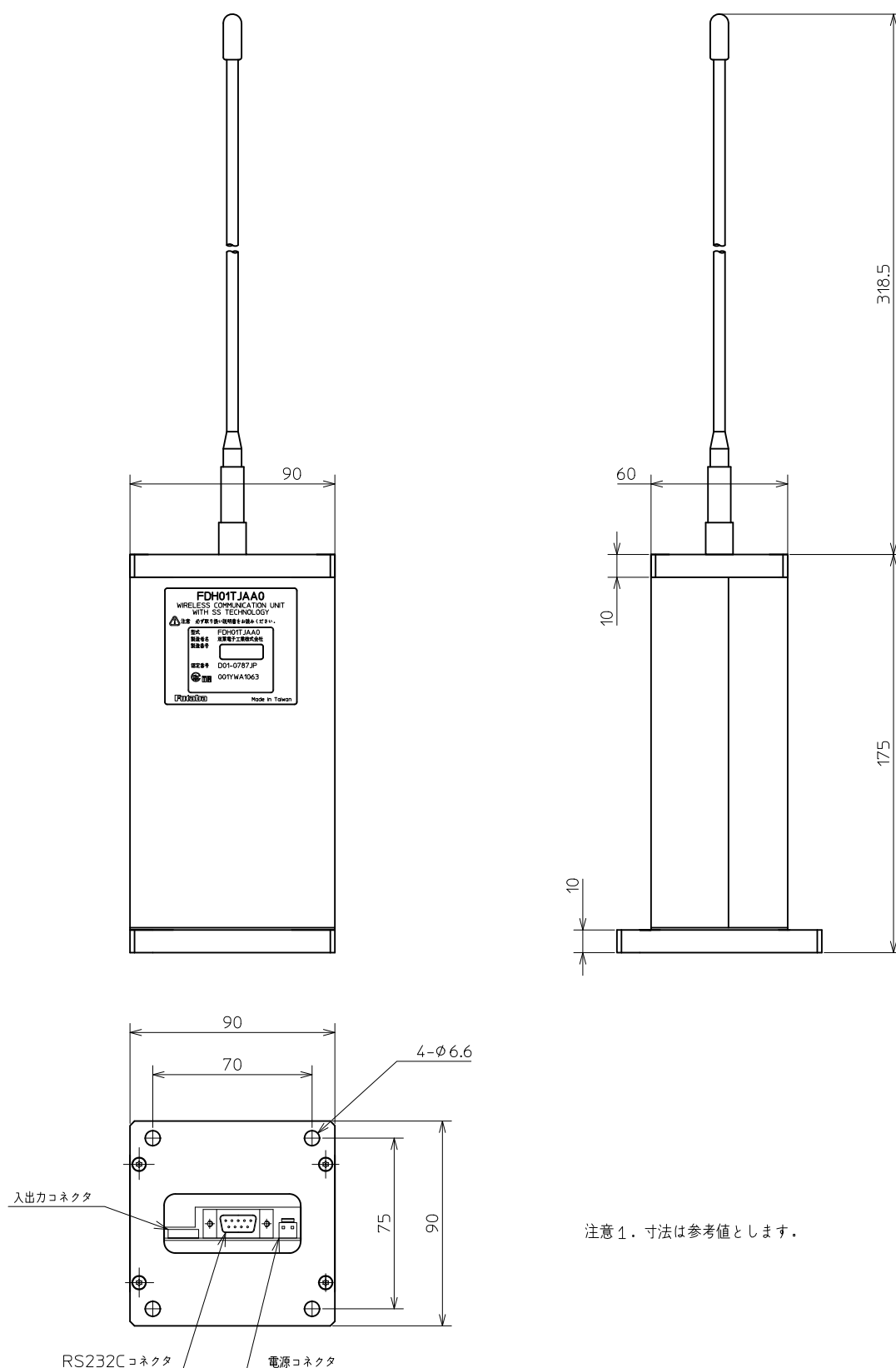



図 25：１／２λアンテナ付き 外観図

故障修理依頼される時は

・長くご愛用の結果、または突発的な事故および自然故障などのトラブルにより故障修理を依頼される場合は、その故障状況をできるだけ詳しくレポートしてください。修理箇所のポイントを早く確実に知ることができますので、修理期間が短くなります。

・機器に手を加えたり、分解したりしないでください。

＊仕様及び外観は、改良のため予告なく変更する事がありますのでご了承願います。

＊本製品を無断改造でご使用になりトラブルが発生した場合、弊社では責任を負いかねますのでご了承願います。

不明な点は下記へお問い合わせください。

■　無線機器営業グループ 営業第二ユニット〒299-4395　千葉県長生郡長生村藪塚 1080

TEL (0475)32-6173　FAX (0475)32-6179

■　ホームページアドレス　http://www.futaba.co.jp

1M36A11005

双葉電子工業株式会社